

ROOPE-TANELI SALO

Puulastujen käyttö liukkauden torjunnassa kevyen liikenteen väylillä



Roope-Taneli Salo

Puulastujen käyttö
liukkauden torjunnassa
kevyen liikenteen väylillä

Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 62/2015

Liikennevirasto

Helsinki 2015

Kannen kuva: Roope-Taneli Salo

Verkkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN-L 1798-6656

ISSN 1798-6664

ISBN 978-952-317-170-1

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 0295 34 3000

Roope-Taneli Salo: Puulastujen käyttö liukkauden torjunnassa kevyen liikenteen väylillä. Liikennevirasto, väylänpito-toimiala. Helsinki 2015. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 62/2015. 37 sivua ja 6 liitettä. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-170-1.

Avainsanat: Liukkaudentorjunta, kevyen liikenteen väylät, talvihoito, puulastut

Tiivistelmä

Perinteisesti kevyen liikenteen väylien liukkauden torjunnassa käytetään hiekoitusta ja polanteen karhennusta. Hiekoituksen suurimpia ongelmia ovat sen aiheuttama pöly sekä materiaalin painuminen polanteeseen lämpimissä sääolosuhteissa. Hiekoitusmateriaalin painuminen polanteeseen aiheuttaa sen, että hiekoitusta voidaan joutua liukkaimpien keliä aikaan tekemään päivittäin. Tästä johtuen on alettu kehittää vaihtoehtoisia liukkaudentorjuntamenetelmiä, jotka eivät aiheuttaisi pölyhaittoja sekä pitäisivät väylän pidempään hyvässä kunnossa. Yksi tällainen vaihtoehtoinen menetelmä on puulastujen avulla tapahtuva liukkaudentorjunta.

Puulastujen toimivuutta kevyen liikenteen väylien liukkauden torjunnassa päätettiin tutkia järjestämällä liukkaudentorjuntakokeilu Oulussa talvikaudella 2014–2015. Kokeilua varten tilattiin puulastuista valmistettua Stop Gliss Bio –liukkaudentorjuntamateriaalia, jota käytetään vakituisesti liukkaudentorjuntaan La Chaux de Fondsin kaupungissa Sveitsissä. Materiaalin toimivuutta tutkittiin tienkäyttäjäkyselyn, kenttäkäyntien sekä tilaajan ja urakoitsijan tekemien huomioiden avulla. Tienkäyttäjäkyselyyn kerättiin 97 vastausta. Vastauksia kyselyyn kerättiin suoraan kokeiluväylällä liikkuneilta ihmisiltä sekä internetissä jaetun kyselyn avulla. Kenttäkäyntejä suoritettiin talven aikana useita ja huomiota kiinnitettiin erityisesti lastujen määrään, lastujen kiinnittymiseen, lastujen tarjoamaan kitkaan, mahdolliseen lastujen lisäämisen tarpeellisuuteen sekä lastujen kulkeutumiseen. Urakoitsijalta sekä tilaajalta kerättiin huomioita ja palautetta kokeilusta sekä sen toimivuudesta.

Puulastujen todettiin toimivan parhaiten silloin, kun lämpötila oli nollan alapuolella. Tällöin puulastut kiinnittyivät hyvin polanteeseen ja tarjosivat hyvän kitkan. Huonommin lastujen todettiin toimivan, kun lämpötila oli nollan yläpuolella ja väylät erittäin liukkaita. Lastujen todettiin toimivan hyvin väylän eri kohdissa pois lukien kohdat, joissa autotie kulki lähellä kevyen liikenteen väylää. Tällaisissa kohdissa todettiin lastujen kulkeutuvan väylän reunoille autojen aiheuttaman ilmavirran sekä niiden roiskuttaman veden vaikutuksesta. Tämä aiheutti sen, että lastujen määrä väylän näissä kohdissa ei ollut riittävä. Puulastujen parhaita käyttökohteita nyt tehtyjen tutkimusten pohjalta olisivat erilliset kevyen liikenteen väylät, kävelykadut, jalkakäytävät sekä piha-alueet.

Tutkimuksissa menetelmän suurimmaksi eduksi havaittiin se, etteivät puulastut pölisseet yhtä paljon kuin hiekka tai sepeli. Puulastujen etuja ovat myös niiden ekologisuus, miellyttävämpi ja pehmeämpi tuntuma, hyvä pito paljaalla asfaltilla sekä se etteivät ne riko polkupyörän renkaita yhtä helposti kuin sepeli. Menetelmän rajoitteita taas ovat niiden korkea hinta, jäätyminen kylmässä varastossa sekä se, ettei niiden levittäminen ole mahdollista kaikilla levittimillä.

Menetelmän rajoitteista suurimmaksi osoittautui puulastumateriaalin hinta, jonka todettiin olevan jopa kahdeksankertainen hiekoitukseen verrattuna. Hiekoituksen ja puulastujen käytön kustannuserojen vertailu on kuitenkin haastavaa, sillä ei tarkalleen tiedetä kuinka paljon materiaalin valmistaminen Suomessa maksaisi. Tulevaisuudessa tutkimus tulisi kohdistaa siihen, kuinka materiaalia pystyttäisiin valmistamaan Suomessa ja minkälaista materiaalia siihen voitaisiin käyttää. Lisäksi tulisi kiinnittää huomiota lastujen optimaalisen levitysmäärän ja ajonkohdan selvittämiseen sekä tutkia sitä, kuinka kauan materiaali pysyy toimintakykyisenä.

Roope-Taneli Salo: Användning av träflis i bekämpningen av halka på gång- och cykelvägar. Trafikverket, trafikledshållning. Helsingfors 2015. Trafikverkets undersökningar och utredningar 62/2015. 37 sidor och 6 bilagor. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-170-1.

Sammandrag

Traditionellt har man i bekämpningen av halka på gång- och cykelvägar använt sandning och uppruggning av hårdpackad snö. De största problemen med sandning är damm och att materialet pressas ner i snön i varma väderleksförhållanden. Att sandningsmaterialet sjunker ner i snön kan leda till att man under den värsta halkan måste sanda vägarna dagligen. Därför har man börjat utveckla alternativa halkbekämpningsåtgärder som inte dammar och som håller vägen i skick en längre tid. Ett sådant alternativ är halkbekämpning med träflis.

Därför beslöt man testa träflis i bekämpningen av halka på gång- och cykelvägar i Uleåborg vintern 2014–2015. För testet beställdes flisbaserat halkbekämpningsmaterial av märket Stop Gliss Bio som används regelbundet i halkbekämpning i staden La Chaux de Fonds i Schweiz. Materialets lämplighet undersöktes genom en enkät riktad till väganvändare, fältundersökningar samt observationer av beställaren och entreprenören. Sammanlagt 97 personer svarade på enkäten. Svar insamlades direkt av personer som rörde sig på testområdet och via en webbenkät. Flera fältundersökningar utfördes under vintern, och särskild uppmärksamhet fästes vid mängden flis, dess fästförmåga och friktion, eventuellt behov av mer flis och materialets spridning. Observationer och respons insamlades av entreprenören och beställaren.

Träflis konstaterades fungera bäst när temperaturen var under noll grader. Då fastnade materialet väl i hårdpackad snö och gav bra friktion. Träflis konstaterades fungera sämre när temperaturen var över noll och vägarna mycket hala. Materialet fungerade väl på olika ställen på vägen med undantag för ställen där bilvägar gick i närheten av gång- och cykelvägen. På sådana ställen hamnade materialet på kanten av gång- och cykelvägen på grund av luftdraget och vattenstänket från bilarna. Detta ledde till att mängden flis inte var tillräcklig på dessa ställen. Enligt dessa undersökningar passar flis bäst på separerade gång- och cykelvägar, gågator, trottoarer och gårdsområden.

Den största fördelen med flis var enligt undersökningen att den inte dammar lika mycket som sand eller makadam. Andra fördelar är att flis är ett ekologiskt material, ger en behagligare och mjukare känsla samt bra grepp på bar asfalt och att den inte punkterar cykeldäck lika lätt som makadam. Nackdelar med flis är ett högt pris samt att den fryser i kalla förråd och inte kan spridas med alla spridare.

Den största nackdelen med användning av flis var priset, som konstaterades vara rentav åtta gånger högre jämfört med sand. Det är dock svårt att jämföra kostnadsskillnaderna mellan sand och träflis, eftersom man inte vet hur mycket det skulle kosta att tillverka materialet i Finland. Framöver borde man studera hur man skulle kunna tillverka materialet i Finland och vilka råvaror som kunde användas. Dessutom borde uppmärksamhet fästas vid den optimala spridningen av materialet både när det gäller mängd och tidpunkt samt hur länge materialet bevarar sina egenskaper.

Roope-Taneli Salo: Use of wood chips in anti-skid treatment of pedestrian and bicycle ways. Finnish Transport Agency, Infrastructure Management. Helsinki 2015. Research reports of the Finnish Transport Agency 62/2015. 37 pages and 6 appendices. ISSN-L 1798-6656, ISSN 1798-6664, ISBN 978-952-317-170-1.

Keywords: Anti-skid treatment, pedestrian and bicycle ways, winter treatment, wood chips

Summary

Usually the anti-skid treatment of pedestrian and bicycle ways is done with sanding and surface roughening. Biggest problems of sanding are that it makes dust and the material sink in the icy or snowy surface in warmer temperatures. As a result of this the ways need to be re-sanded, sometimes daily, when the weather is slippery. Because of that different methods are developed that don't make dust and keeps the ways longer in good condition. One such method is the use of wood chips as anti-skid treatment.

An experiment of wood chip use as anti-skid treatment was conducted in Oulu in the winter 2014-2015. We ordered Stop Gliss Bio anti-skid treatment material which are regularly used as anti-skid treatment in Switzerland's La Chaux de Fonds. The functionality of the material was studied through road user surveys, field studies and observations of the subscriber and contractor. The road user survey got 97 answers. Answers were collected directly from persons using the studied bicycle way and through an internet survey. Several field studies were made during the winter period in order to examine the amount of material, sticking to the surface, friction, need for material addition and material drifting. Observations from the contractor and subscriber were gathered as well as feedback from the experiment and functionality.

The wood chips appeared to function best when the temperature was below zero. At this temperature the wood chips fastened to the surface and gave a good friction. When the temperature was above zero and the roads were slippery the functioning decreased. Findings suggested that the wood chips functioned well on different parts of the road except for those where cars drove nearby. At these parts the wood chips were transported to the side of the road by the airflow produced by the cars. As a result the amount of wood chips was insufficient at these parts. Findings suggest that wood chips function best at pedestrian and bicycle ways that are apart from other traffic and yard-areas.

The benefits of this treatment method were that the wood chips didn't make dust as much as sand and gravel. Further benefits of the wood chips were ecology, softer and more satisfying feel, good grip on bare asphalt and that wood chips don't break bicycle tires as easy as gravel. The limitations of the method are high costs, freezing in cold storages and that wood chips can't be spread with all equipment.

The biggest limitation seemed to be the high cost of the wood chips, even eight times as much as the costs for sanding. Since we don't know how much it would cost to produce the wood chips in Finland, comparing the costs of sanding and wood chips is challenging. In the future studies could focus on how to produce the material in Finland and what kind of material could be used. Also the optimal spreading amount and time could be investigated as well as how long the material stays functional.

Esipuhe

Kevyen liikenteen väylien liukkaudentorjunta on haasteellista Suomen vaihtelevissa sääolosuhteissa. Tästä johtuen vanhojen menetelmien kehittäminen ja uusien innovaatioiden tekeminen on tärkeää. Puulastukokeilulla pyritään kehittämään liukkaudentorjuntaa ja tuomaan uusia vaihtoehtoja vanhojen menetelmien rinnalle. Puulastujen avulla pyritään tarjoamaan paremman laatuista, vaivattomampaa ja kustannustehokkaampaa kevyen liikenteen väylien liukkaudentorjuntaa.

Julkaisun laatimisesta vastasi Roope-Taneli Salo Ramboll Finland Oy:stä. Tutkimuksen tekemistä ohjasivat projektipäällikkö Jarkko Pirinen Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksesta, kunnossapitopäällikkö Pekka Rajala Uudenmaan ELY-keskuksesta ja ELY-johtaja Tuovi Päiviö Liikennevirastosta. YIT Rakennus Oy toimi kokeilun toteuttajana ja vastasi käytännössä lastujen levitystyöstä.

Helsingissä lokakuussa 2015

Liikennevirasto
Väylänpito-toimiala

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	8
1.1	Tutkimuksen tavoite	8
1.2	Työn rakenne	9
2	PUULASTUT LIUKKAUDENTORJUNTAMATERIAALINA.....	10
2.1	Stop Gliss Bio®.....	10
2.2	Puulastujen valmistaminen (Turtschy & Mucaria 2010)	12
2.3	Hiekoitusmateriaalin sekä puulastujen uusiokäyttö mahdollisuudet	12
3	LIUKKAUDENTORJUNTAKOKEILU JA SEN TUTKIMINEN	14
3.1	Tutkimusalue.....	14
3.2	Liukkaudentorjuntakokeilun eteneminen	15
3.3	Kokeiluväylän kevätharjaus.....	16
3.4	Tienkäyttäjättyytyväisyyskysely	17
3.5	Kenttäkäynnit sekä urakoitsijan ja tilaajan tekemät havainnot	17
4	TUTKIMUSTULOKSET	18
4.1	Tienkäyttäjättyytyväisyyskyselyn tulokset	18
4.2	Kenttäkäynnit.....	23
4.3	Urakoitsijan ja tilaajan tekemät havainnot.....	24
4.4	Puulastujen kulutus, levitysmäärä ja kustannukset.....	26
5	JOHTOPÄÄTÖKSET JA KEHITYSIDEAT	30
5.1	Johtopäätökset.....	30
5.2	Puulastuille soveltuvat käyttökohteet	32
5.3	Kehitysideat.....	33
6	YHTEENVETO.....	35
	LÄHDELUETTELO	37
	LIITTEET	
Liite 1	Kyselylomake	
Liite 2	Sähköinen kyselylomake	
Liite 3	Tienkäyttäjäkyselyn mielipidekysymysten tarkat vastausmäärät	
Liite 4	Tienkäyttäjäkyselyn avointen kysymysten vastaukset	
Liite 5	Tutkimuspäiväkirja	
Liite 6	Kuvasarja kenttäkäynneistä	

1 Johdanto

Liikennevirasto haluaa olla mukana kevyen liikenteen väylien kunnossapidon kehittämisessä, koska sen intresseihin kuuluu lisätä kevyen liikenteen käyttäjämääriä. Kevyen liikenteen käyttäjien määrät ovat hyvällä tasolla kesäkaudella, mutta erityisesti haluttaisiin lisätä talviajan ja eritoten talvipyöräilyä käyttävien ihmisten määrää. Kevyen liikenteen väylien talvikunnossapidolla ja erityisesti liukkaudentorjunnan laadulla on todettu olevan suuri merkitys kevyen liikenteen käyttäjien määrään. Hyvä kunnossapito lisää käyttäjiä, kun taas huono vähentää niiden määrää selvästi.

Perinteisesti kevyen liikenteen väylien liukkauden torjunnassa käytetään hiekoitusta. Hiekoituksen suurimpia ongelmia ovat sen aiheuttama pöly sekä materiaalin voimakas painuminen polanteeseen lämpimissä sääolosuhteissa. Väylät pysyvät harvoin muutamaa päivää kauempaa hyvässä kunnossa liukkaudentorjunnan jälkeen ja kaikista liukkaimpien säiden aikaan hiekoittamista joudutaankin tekemään päivittäin. Tämä nostaa liukkaudentorjunnan kustannuksia, josta johtuen vaihtoehtoisten liukkaudentorjuntamenetelmien ja materiaalien kehittäminen on tärkeää.

Yksi vaihtoehtoinen menetelmä perinteiselle hiekoitukselle ja siinä käytetylle kivi-materiaalille ovat suolatut puulastut. Puulastumateriaalin ominaisuuksien ansiosta sen uskotaan torjuvan liukkautta tehokkaasti pidemmän ajan kuin perinteiset menetelmät. Tämä perustuu siihen, että puulastut suuren ominaispinta-alansa ja keveytensä takia pysyvät paremmin lumen tai jään pinnassa toisin kuin perinteisesti käytetyt materiaalit, jotka painuvat herkästi. Tämän ominaisuuden ansiosta lastuja ei tarvitsisi levittää väylälle yhtä paljon ja yhtä useasti kuin perinteisiä materiaaleja. Pienemmän materiaalin kulutuksen uskotaan tuovan säästöjä liukkaudentorjunnan kustannuksissa. Menetelmän muita etuja ovat sen ekologisuus, pölyttömyys, parempi pito paljaalla asfaltilla sekä se etteivät lastut riko polkupyörän renkaita yhtä helposti kuin sepele.

Puulastujen toimivuutta liukkauden torjunnassa päätettiin tutkia järjestämällä liukkaudentorjuntakokeilu, jossa käytettiin suolattuja puulastuja hiekoituksen sijasta. Kokeilu järjestettiin Oulussa talven 2014–2015 aikana. Kokeilun aikana järjestettiin tienkäyttäjäkysely, jolla pyrittiin selvittämään tienkäyttäjien mielipide liukkaudentorjuntamateriaalin toimivuudesta. Kyselyn lisäksi kokemuksia ja huomioita kokeilusta kerättiin tilaajalta ja urakoitsijalta sekä tehtiin runsaasti kenttäkäyntejä tutkimusalueelle.

1.1 Tutkimuksen tavoite

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää toimiiko puulastumateriaali kevyen liikenteen väylien liukkauden torjunnassa. Lisäksi pyrittiin selvittämään voitaisiinko puulastumateriaalin käytöllä aikaan saada säästöjä, tarjota paremman laatuista liukkaudentorjuntaa sekä vähentää liukkaudentorjunnasta aiheutuvan pölyn määrää keväisin.

1.2 Työn rakenne

Työ voidaan karkeasti jakaa teoria-, tutkimus- sekä tulokset osuuksiin. Teoriaosuudessa käsitellään kokeilussa käytetyn Stop Gliss Bio -liukkaudentorjuntamateriaalin ominaisuuksia ja valmistamista sekä vertaillaan puulastujen uudelleenkäyttö mahdollisuuksia perinteisten hiekoitusmateriaalien uusiokäyttö mahdollisuuksiin. Teoriaosuuden jälkeen työssä on tutkimusosuus, jossa käsitellään käytännön liukkaudentorjuntakokeilua. Tutkimusosuudessa esitellään tutkimusalue ja kokeilun eteneminen. Lisäksi kerrotaan tienkäyttäjäkyselyn laatimisesta sekä sen toteuttamisesta. Tutkimusosuuden jälkeen saadut tutkimustulokset kerätään yhteen ja niitä analysoidaan tulokset osuudessa. Työ päättyy tutkimustulosten pohjalta tehtyihin johtopäätöksiin sekä yhteenvetoon.

2 Puulastut liukkaudentorjuntamateriaalina

2.1 Stop Gliss Bio®

Stop Gliss Bio® on liukkaudentorjuntaan kehitetty erikoismateriaali. Tuote on kehitetty Sveitsissä ja se on suojattu patentilla. Materiaalia käytetään liukkaudentorjuntaan vakituisesti Sveitsiläisessä La Chaux de Fondsin kaupungissa (Stop Ice 2015). Materiaalia soveltuu käytettäväksi liukkaudentorjuntaan suolauksen tai hiekoituksen sijasta kävelykaduilla, poluilla sekä julkisilla paikoilla. Materiaalia voidaan myös käyttää tieosuuksilla, joissa on vähän liikennettä kuten piha- ja asuinalueilla. Materiaalin raekokojakauma on laaja. Lastujen pituus vaihtelee 5–20 millimetrin välillä, paksuuden ollessa muutamia millimetrejä. Lastut muistuttavat muodoltaan suorakaidetta tai neliötä. (Cypra 2014: 5)

Lastujen muoto mahdollistaa niille suuren ominaispinta-alan. Suuren pinta-alan ansiosta lastut peittävät suuremman osan väylän pinta-alasta kuin hiekka tai sepeli ja tarjoavat näin ollen pidoltaan paremman lopputuloksen. Lastujen valmistukseen voidaan käyttää useita eri puulajeja kuten poppelia, kuusta ja koivua. Tässä tutkimuksessa käytetyt lastut on valmistettu poppelista. (Mucaria 2014: 2–3) Kuvassa 1 on esitetty puulastuja sekä perinteisesti hiekoitukseen käytettyä sepeliä. Kuvasta on helppo nähtävissä puulastujen koon ja muodon ero sepeliin verrattuna.



Kuva 1. Stop Gliss Bio -liukkaudentorjuntamateriaalia sekä sepeliä

Puulastut on valmistusvaiheessa kyllästetty suolaliuoksessa, joka on magnesiumkloridia, natriumkloridia, kalsiumkloridia tai näiden suolojen yhdistelmää. Näistä magnesiumkloridi on eniten käytetty sen neutraalin pH:n ja pienen korroosiovaikutuksen takia. Tuotteen markkinoijan mukaan yhdelle neliölle levitetty lastu määrä sisältää noin kaksi grammaa suolaa (Queloz 2015). Kyllästämisen jälkeen lastut kuivataan, joskin valmiin tuotteen massasta vielä noin 40 prosenttia on vettä. Lastun

sisältämä vesi auttaa suolaa toimimaan nopeammin ja sulattamaan jäätä tai lunta mahdollistaen lastun kiinnittymisen. (Cypra 2014 : 5–6)

Puulastujen ohjeellinen levitysmäärä neliömetrille on 150 grammaa. Tämä tarkoittaa käytännössä noin 15–20 puulastua yhden kengän alla kerrallaan. Lastujen markkinoijan mukaan tämä levitys määrä tarjoaa kävelijälle vähintään yhtä hyvän pidon kuin perinteinen sora. Puulastuja voidaan levittää käsin tai erilaisilla levityslaitteilla. Valmistajan mukaan useita perinteisiä levityslaitteita voidaan käyttää materiaalin levittämiseen, jos niihin tehdään pieniä muutoksia. Materiaali on kooltaan suurempaa kuin perinteinen sora, joten se aiheuttaa ongelmia levittimille, jotka on suunniteltu raekooltaan pienemmille materiaaleille. (Mucaria 2014: 3–4)

Puulastujen ympäristöhaittoja on myös tutkittu. Lastut sisältävät suolaa, jonka on yleisesti todettu olevan haitallista muun muassa pohjavesille. Puulastujen sisältämä suolamäärä on kuitenkin niin pieni, ettei sillä ole todettu olevan vaikutusta ympäristöön. Puulastut levitetään yleensä lähelle autoteitä, joten ne altistuvat liikenteen aiheuttamille raskasmetalli päästöille. Puulastujen absorboimaa raskasmetallimäärää tutkittiin keräämällä käytettyjä lastuja talven jälkeen kävelykadulta ja tutkimalla niiden sisältämät raskasmetallien määrät. Tutkimuksessa todettiin, että käytettyjen lastujen raskasmetallipitoisuudet olivat suurempia kuin käyttämättömien. Pitoisuudet olivat kuitenkin silti niin alhaisia, etteivät ne tuotteen markkinoijan mukaan rajoita materiaalin jälkikäsittelyä kompostoimalla tai polttamalla. (Mucaria 2014: 5–6)

Puulastumateriaalilla on useita etuja perinteisiin liukkaudentorjuntamateriaaleihin verrattuna. Yksi näistä on lastujen muoto, joka estää lastujen pyörimisen ja tarjoaa näin ollen hyvän pidon soraan verrattuna. Puumateriaalin tuomia etuja ovat myös niiden mukavuus ja pehmeys erityisesti kävelijöiden näkökulmasta. Lisäksi puu on biohajoava sekä uusiutuva luonnonvara. Ojiin tai vesistöihin harjatut lastut hajoavat ajan kuluessa luonnollisesti toisin kuin perinteisesti käytettävä sora. Väylältä pois harjattu materiaali voidaan hävittää kompostoimalla tai polttamalla ja samalla tuottaa energiaa. (Mucaria 2014: 7–8)

Materiaali on hyvin kevyttä, joten sen käsittely ennen levitystä, levityksen aikana sekä väylältä harjauksessa on helpompaa kuin perinteisten materiaalien. Kevyempi materiaali säästää myös levityslaitteiden polttoainetta. Lastujen valmistamiseen soveltuvaa puumateriaalia on myös saatavilla helposti useista paikoista, joka helpottaa sen valmistamista lähellä käyttökohdetta. Lastujen sisältämä suola sekä niiden korkea kosteuspitoisuus mahdollistavat niiden kiinnittymisen jäiseen tai lumiseen polanteeseen. Puulastuissa oleva suola alkaa sulattaa jäätä tai lunta lastun alta sen jälkeen kun se asetetaan väylälle. Lastu painuu polanteeseen osaksi sisään, kunnes sen alkaa kellua sulattamassaan vedessä. Kun suolan vaikutus lastussa loppuu, lastu jäätyy kiinni polanteeseen. Tästä johtuen materiaali vaikutus tien pinnassa kestää useita päiviä eikä väylää tarvitse uudelleen käsitellä yhtä useasti kuin perinteisiä materiaaleja käytettäessä. Valmistajan kokemusten mukaan materiaali aiheuttaa myös vähemmän ongelmia kotieläinten jaloille, koska se on pehmeämpää ja sisältää vähemmän teräviä reunoja kuin sora. (Mucaria 2014: 7–8)

Suurin materiaalin käyttöä rajoittava tekijä on hinta, sillä puulastujen kuutiohintaa on perinteisiä hiekoitusmateriaaleja suurempi. Hintojen vertailu on kuitenkin haastavaa, sillä puulastujen ominaisuuksien ansiosta sitä ei tarvitse levittää väylälle yhtä useasti kuin perinteisiä materiaaleja. Tästä johtuen puulastumateriaalia kuluu suhteessa vähemmän ja sen käyttökustannukset laskevat. (Mucaria 2014: 9)

2.2 Puulastujen valmistaminen (Turtschy & Mucaria 2010)

Stop Gliss Bio -liukkaudentorjuntamateriaali on suojattu patentilla Euroopassa, Kanadassa ja Yhdysvalloissa. Patentit ovat menetelmän kehittäjien insinööri Jean-Claude Turschyn ja tiemestari Joseph Mucarian nimissä. Eri valtioissa voimassa olevat patentit ovat sisällöltään hyvin samanlaiset ja niiden avulla on suojattu ”Valmistusmenetelmä rakeisenmateriaalin valmistamiseksi lumi- sekä jääpeitteisten pintojen käsittelyyn”. Kyseinen patentti suojaa valmistusmenetelmän, joka sisältää seuraavat vaiheet: käytetty materiaali koostuu puupartikkeleista, käytetty suolaliuos sisältää ainakin yhtä vesiliukoista suolaa, puupartikkelit kyllästetään suolaliuksella ja puumateriaali kuivataan kyllästämisen jälkeen.

Patentin mukaan käytetty puumateriaali voi olla joko kovaa havupuuta tai lehtipuuta. Lastujen pituus on 3–20 millimetriä paksuuden ollessa 1–2 millimetriä. Lastut valmistetaan jauhamalla tai hakettamalla. Tämän jälkeen lastut seulotaan kahteen kertaan, jotta saadaan haluttu partikkelikokojakauma. Tämän jälkeen lastut kyllästetään suolaliuksessa. Lastujen kyllästys vaihe kestää yhdestä päivästä viiteen päivään ja se tapahtuu huoneen lämpötilassa. Lastut voidaan upottaa kokonaan suolaliukseen tai niitä voidaan kastella tasaisin välein liuksella. Lastuja voidaan myös lämmittää kylästysvaiheessa, jos halutaan aikaansaada suurempi suolapitoisuus. Patentissa on määritelty, että suolaliuksessa käytetty suola on magnesiumkloridia, kalsiumkloridia tai natriumkloridia. Käytetty liuos voi myös olla edellä mainittujen suolojen yhdistelmä. Suolaliuksen suolapitoisuus on välillä 10–20 prosenttia.

Kyllästyksen jälkeen lastut kuivataan. Lastujen kuivaamisaika vaihtelee välillä yhdestä viiteen tuntia, joskin kesto on yleensä kolmen ja viiden tunnin välillä. Kuivaaminen voidaan tehdä joko ulkoilmassa tai lämmityksen avulla. Lastujen kuivaamiseen käytetty lämpötila on 100–200°C välillä, joskin lämpötila on yleisimmin välillä 130–140°C. Kuivaukseen tarvittava aika ja käytettävä lämpötila riippuvat käytettävästä puunlaadusta. Lehtipuut tarvitsevat havupuita suuremman lämpötilan ja pidemmän kuivausajan. Tarvittaessa kuivattu materiaali voidaan paahtaa 180–250°C lämpötilassa. Paahtamisen tarkoitus on antaa lastulle kovempi ja kestävämpi pinta. Lastujen paahtamisen on kuitenkin todettu yleensä olevan tarpeetonta sillä lastun kosteus edesauttaa niiden kiinnittymistä lumiseen tai jäiseen pintaan. Valmiiden lastut sisältämä suola määrä on 1–10 prosenttia niiden painosta, joskin yleisimmin määrä on 1–5 prosentin välillä.

2.3 Hiekoitusmateriaalin sekä puulastujen uusiokäyttö mahdollisuudet

Hiekoitukseen käytetään Suomessa noin 1,3 miljoona tonnia hiekkaa ja soraa vuosittain. Kevätharjauksessa kaupunki alueella käytetystä hiekoitus määrästä saadaan kerättyä talteen noin 40 prosenttia ja haja-asutusalueilla vielä vähemmän. Hiekoitusmateriaalin käyttämistä uudelleen hiekoitukseen on tutkittu Tieliikelaitoksen järjestämässä tutkimuksessa 2000-luvun alussa. Tutkimuksessa todettiin, että kaduilta pois kerätty hiekoitusmateriaali soveltuu uudelleen käytettäväksi hiekoituksessa puhdistuksen jälkeen. Puhdistus todettiin kuitenkin kalliiksi ja puhdistettavan mate-

riaalin määrien tulisi olla suuria, jotta puhdistaminen olisi taloudellisesti kannattavaa. (Hallikas 2003) Yleensä väylältä kerätty hiekoitushiekka hyötykäytetään johonkin toiseen tarkoitukseen, kuten erilaisiin maanrakennuskohteiden täyttöihin, kuntopolkujen päällysteisiin sekä sorateiden kunnostamiseen (Koponen 2012).

Tässä kokeilussa käytetyn Stop Gliss Bio -liukkaudentorjuntamateriaalin markkinoijan mukaan materiaalia ei pystytä väylältä keräyksen jälkeen enää uudelleen käyttämään liukkauden torjunnassa. Tämä johtuu siitä, että väylältä pois kerätyt lastut sisältävät paljon roskia, jotka pitäisi seuloa pois liukkaudentorjuntamateriaalin joukosta ennen uudelleenkäyttöä. Lisäksi lastut menettävät osan sisältämästään suolasta, joten ne tulisi kyllästää uudelleen. Puumateriaali ei myöskään säily ikuisesti vaan se alkaa pikku hiljaa hajota biologisesti, joten sen käyttö useana vuonna liukkauden torjunnassa ei ole mahdollista. (Queloz 2015)

Puulastumateriaali on biologisesti hajoavaa, joten sen pois kerääminen ympäristöstä ei ole tarpeellista kaikissa kohteissa vaan se voidaan jättää maastoon hajoamaan itsestään. Sveitsissä väylältä pois kerättävä puulastumateriaali kierrätetään kompostoinnilla tai polttamalla energiantuotannossa (Mucaria 2014: 6). Tämä onnistuisi myös Suomessa sillä suurin osa haketetusta puusta, jota liukkaudentorjuntamateriaali on suurimmaksi osaksi, käytetään energiantuotannossa tai kompostoinnin tukimateriaalina. Näiden lisäksi materiaalia voitaisiin mahdollisesti käyttää erilaisten lastulevyjen tai kuitulevyjen valmistamiseen. Näiden valmistamisen suurin haaste on kuitenkin se, että materiaalin tulisi olla hyvin puhdasta eikä se saisi sisältää suuria määriä metallia tai muovia. Liukkaudentorjuntamateriaalin raekoko on myös suhteellisen pieni tähän käyttötarkoitukseen. (Pirhonen et al. 2011: 28)

3 Liukkaudentorjuntakokeilu ja sen tutkiminen

Tutkimuksen tarkoituksena oli käytännössä kokeilla Stop Gliss Bio -tuotteen toimivuutta liukkauden torjunnassa kevyen liikenteen väylillä Suomen olosuhteissa. Tuotteen markkinoija on saanut omissa tutkimuksissaan hyviä tuloksia materiaalin käytöstä sekä sen toimivuudesta liukkauden torjunnassa erityisesti vaihtelevan sään aikana. Varsinaisia kevyen liikenteen väyliä ei Sveitsissä ole, joten kokemuksia materiaalin käytöstä niillä ei ole. (Stop Ice 2015) Kokeilua varten tilattiin 50 kuutiota Stop Gliss Bio -liukkaudentorjuntamateriaalia. Materiaali toimitettiin alueurakoitsijan varastolle Kempeleeseen. Materiaali saapui varastolle 12.12.2014 ja se toimitettiin kahdessakymmenessä kolmessa kahden kuution kokoisessa säkissä.

3.1 Tutkimusalue

Tutkimusalueeksi valittiin Oulussa sijaitseva Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen hallinnoima kevyen liikenteen väylä, jota käytetään aktiivisesti työmatka- sekä muuhun liikkumiseen. Tutkimusalueeksi valittiin sellainen tieosuus, jonka molemmilla puolilla kulkee kevyen liikenteen väylä ainakin osan matkaa. Tällöin oli mahdollista käyttää toista kevyen liikenteen väylää varsinaisena kokeiluväylänä ja toista vertailuväylänä. Vertailuväylää hiekoitettiin talven ajan normaalisti, joten sen liukkaudentorjuntakertojen lukumäärää voitiin verrata kokeiluväylän liukkaudentorjuntakertojen määrään. Lisäksi tutkimusalue sijaitsi lähellä merta, jolloin sen sääolosuhteet olivat vaihtelevat ja tuuliset.

Kokeiluväyläksi valittiin Limingantien vieressä kulkeva kevyen liikenteen väylä, joka alkaa Äimärautiolta, Poikkimaantien ja Limingantien liittymästä ja jatkuu aina Lentokentäntien ja Limingantien liittymässä sijaitsevalle alikulkukäytävälle asti. Vertailuväyläksi valittiin Limingantien toisella puolella kulkeva väylä, joka alkaa Limingantien ja Kallisentien liittymästä ja päättyy Jukolantien ja Limingantien liittymään. Pituutta kokeiluväylällä on 3,3 kilometriä ja vertailuväylällä 3,1 kilometriä. Kokeiluväylänä käytetty kevyen liikenteen väylä ei ole täysin yhtenäinen, vaan noin sen keskiosassa sijaitsee Oulun kaupungin hallinnoima katuosuus, jota ei käytetty kokeiluun. Kuvassa 2 on esitetty kokeilu- ja vertailuväylien sijainnit kartalla.

Kevyen liikenteen väylät on päällystetty asfaltilla ja ne ovat päällysteeltään hyvässä kunnossa. Molemmat, kokeiluväylä ja vertailuväylä, kuuluvat ELY-keskusten kevyen liikenteen väylien hoitoluokkaan K1, joka on korkein mahdollinen kevyen liikenteen väylien hoitoluokka (Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus 2013). Kokeiluväylän alku osa, pohjoisesta päin tultaessa, kulkee aivan autotien vieressä ja se on erotettu autotiestä vain reunakivellä. Rantalantien risteyksen jälkeen väylä alkaa kulkea erillisenä kevyen liikenteen väylänä. Tästä eteenpäin Limingantien ja kevyen liikenteen väylän välissä on noin 20 metrin levyinen metsäinen vyöhyke. Metsäisen vyöhykkeen leveys vaihtelee, mutta väylä kulkee kuitenkin erillisenä kevyen liikenteen väylänä aina Lentokentäntien alittavalle alikulkukäytävälle asti. Vertailuväylä kulkee suurimmaksi osaksi aivan Limingantien vieressä ja se on erotettu siitä vain reunakivellä, kuten kokeiluväylän alkuosuus.



Kuva 2. Tutkimusalue

3.2 Liukkaudentorjuntakokeilun eteneminen

Tutkimusalueen kunnossapidosta vastasi Oulun alueurakoitsija YIT Rakennus Oy, joka lisäksi vastasi puulastujen levityksestä kokeiluväylälle. Levittimeksi valittiin kär-rymallinen hihnatoiminen levitin, jota hinattiin traktorilla. Tämä levitin soveltui levi-tykseen hyvin ja toimi ongelmitta koko kokeilun ajan. Ensimmäinen puulastujen levi-tyks tehtiin kokeiluväylällä 17.12.2014. Talvi oli Oulussa alkanut jo aikaisemmin, mutta ensimmäinen levitys tehtiin heti, kun materiaali oli saapunut ja sääolosuhteet olivat sellaiset, että liukkaudentorjuntatoimenpiteisiin tuli ryhtyä. Ensimmäinen levitys kes-ti yli puolitoista tuntia. Materiaalia kokeiluväylän liukkaudentorjuntaan kului noin nel-jä kuutiota. Levityksen ajallista kestoa lisää se, että levityslaitteeseen ei mahdu ker-rallaan kuin kaksi kuutiota puulastuja. Tästä johtuen levitin on käytävä täyttämässä varastolla noin levityksen puolivälissä. (Karhu 2015)

Toinen levityskerta suoritettiin 31.12.2014. Levityskerralla kului materiaali noin neljä kuutiota kuten ensimmäiselläkin kerralla. Tällä kertaa levityksen kesto oli tasan puoli-toista tuntia. Lyhyempi toimenpideaika johtui siitä, ettei levitys enää ollut ensimmäinen ja kokemusta laitteen toimivuudesta oli kertynyt. Seuraava levityskerta (23.1.2015) tehtiin tilaajan toiveesta, vaikka sääolosuhteet eivät sitä edellyttäneetkään. (Karhu 2015)

Kolmella viimeisellä levityskerralla materiaalia kului vain kaksi kuutiota, mikä tarkoittaa sitä, ettei levittintä tarvinnut käydä täyttämässä kesken levityksen. Tämä on nähtävissä suoraan lyhentyneinä toimenpideaikoina. Levitysmäärän vähentyminen johtui siitä, että väylällä oli ennestään runsaasti lastuja sekä siitä, että väylä oli osittain sulaa. Viimeinen levitys kokeiluväylällä tehtiin 25.2.2015. Tämän jälkeen sääolosuhteet eivät enää edellyttäneet liukkaudentorjuntatoimenpiteitä. Koko kokeilun aikana tehtiin yhteensä seitsemän levitystä ja materiaalia kului yhteensä 22 kuutiota. Taulukossa 1 on esitetty tarkemmin liukkaudentorjuntakerrat sekä niihin kulunut aika ja materiaalmäärä koko talven ajalta. (Karhu 2015)

Taulukko 1. Levitysten päivämäärät, määrät ja kestot

Päivämäärä	Määrä (m ³)	Kesto (h, min)
17.12.2014	4	1 h 45 min
31.12.2014	4	1 h 30 min
23.1.2015	4	1 h 40 min
10.2.2015	4	1 h 30 min
11.2.2015	2	40 min
20.2.2015	2	30 min
25.2.2015	2	45 min

Vertailuväylää hiekoitettiin normaalisti koko talvikauden ajan. Liukkaudentorjuntamateriaalina käytettiin hienoa pestyä hiekkaa, jonka raekoko oli 0–2mm. Hiekkaa kului yhdellä levityskerralla noin kaksi kuutiota. Vertailuväylää hiekoitettiin tutkimuksen aikana kuusi kertaa eli yhden kerran vähemmän kuin kokeiluväylää. Hiekoitukset suoritettiin samoina päivinä kuin lastujen levityksetkin, pois lukien 23.1.2015, jolloin hiekoitusta ei tehty. Tuolloin väylää ei hiekoitettu, koska sääolosuhteet eivät sitä edellyttäneet. Tuolloin kokeiluväylälle tehty lastujen levitys oli kuitenkin ylimääräinen, joten voidaan todeta tarvittavien levityskertojen määrän olleen yhtä suuri kokeilu- sekä vertailuväylillä.

3.3 Kokeiluväylän kevätharjaus

Kokeiluväylän kevätharjaus suoritettiin 12.4.2015 ja 13.4.2015. Harjaukseen päätettiin ryhtyä, koska sulakausi oli vakiintunut ja pelkoa takatalvesta ei ollut. Tehtyjen havaintojen perusteella puulastumateriaalin määrä väylällä oli hyvin vähäinen jo ennen harjausta ja lastut olivat kulkeutuneet pientareelle. Lastuja oli väylällä pääasiassa kohdissa joihin ne pyrkivät kerääntymään, kuten päällysteessä olevissa painaumuksissa, halkeamissa ja epätasaisuuksissa.

Ensimmäisen harjaus aloitettiin 12.4. noin ilta kahdeksalta. Ensimmäisenä päivänä harjattiin kokeiluväylän eteläosa eli osuus Lentokentäntien alikulkukäytävältä Fiskarintien risteykseen asti. Työvälineenä käytettiin avoharjaa. Ensimmäisen harjauksen aikaan väylä oli kuiva. Toisena harjauspäivänä (13.4.2015) työtä jatkettiin Vesalantien

päästä Äimärautiolle eli tutkimusalueen loppuun asti. Tällä harjauskerralla kerralla käytettiin kerääväharjaa, vaikka kyseisellä väylällä yleensä käytetään avoharjaa ja sivuun harjausta. Väylänpinta ja siinä oleva puumateriaali oli suurimmilta osin kosteaa, koska aikaisemmin päivällä oli satanut. Harjauksen suoritti työmies, jolla oli useiden vuosien kokemus vastaavista työtehtävistä.

3.4 Tienkäyttäjätyytyväisyyskysely

Puulastujen toimivuutta kevyen liikenteen väylien liukkauden torjunnassa päätettiin tutkia survey-tutkimuksen eli kyselytutkimuksen avulla. Kysely suunnattiin tienkäyttäjille ja vastaajat valittiin satunnaisesti kevyen liikenteen väylällä kulkevien ihmisten joukosta. Kyselyyn oli myös mahdollista vastata sähköisesti. Tutkimuksessa käytetty kyselylomake voidaan jakaa karkeasti kolmeen osaan: taustatietokysymyksiin, mielihopekysymyksiin ja avoimiin kysymyksiin. Tutkimuksessa käytetyt kyselylomakkeet on esitetty työn liitteinä 1 ja 2. Myöhemmin työssä kyselystä käytetään nimitystä ”tienkäyttäjätyytyväisyyskysely”, mutta sitä ei tule sekoittaa samannimiseen Liikenneviraston vuosittain toteuttamaan kyselyyn.

Tienvarsikyselyt tehtiin 16.3.2015 sekä 18.3.2015. Tienvarsikyselyillä saatiin yhteensä 22 vastausta. Tienvarsikyselyssä käytetty kyselylomake on esitetty työn liitteenä 1. Kyselyyn oli mahdollista vastata myös sähköisesti. Sähköistä kyselyä jaettiin muun muassa Oulun kaupungin ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen internet-sivujen kautta. Lomake on tehty Google Forms -ohjelmalla ja se on työn liitteenä 2. Tämän lisäksi tutkimusalueen välittömässä läheisyydessä olevien asuntojen postilaatikoihin jaettiin tiedote, jossa pyydettiin vastaamaan kyselyyn internetissä.

Sähköinen kyselylomake suljettiin 22.4.2015, koska todettiin, ettei uusia vastauksia kyselyyn enää tullut ja vastauksia oli riittävä määrä. Sähköiseen kyselylomakkeeseen saatiin 75 vastausta, joten vastauksia kyselyyn kerättiin yhteensä 97 kappaletta.

3.5 Kenttäkäynnit sekä urakoitsijan ja tilaajan tekemät havainnot

Tienkäyttäjille suunnatun kyselyn lisäksi puulastun toimivuutta liukkauden torjunnassa tutkittiin tekemällä kenttäkäyntejä tutkimusalueelle sekä keräämällä huomioita suoraan urakoitsijalta ja työn tilaajalta. Kenttäkäyntejä suoritettiin talven aikana useita ja huomiota kiinnitettiin erityisesti lastun määrä, lastun kiinnittymiseen, lastun tarjoamaan kitkaan, mahdolliseen lastujen lisäämisen tarpeellisuuteen sekä lastujen kulkeutumiseen. Väylällä liikuttiin kävellen tai polkupyörällä, jotta pystyttiin arvioimaan liukkaudentorjunnan toimivuutta erilaisten tienkäyttäjien näkökulmasta.

Puulastukokeilun tilaajalle eli POP-ELY:n edustajille järjestettiin haastattelu, jossa käytiin läpi tilaajan tekemät huomiot kokeilusta ja sen etenemisestä. Tilaajaa edustivat kunnossapitovastaava Jarkko Pirinen sekä Oulun aluevastaava Jorma Lusikka. Haastattelu järjestettiin 5.6.2015. Kokeilun toteuttaneelta urakoitsijalta kerättiin myös palautetta ja huomioita kokeilun edetessä.

4 Tutkimustulokset

4.1 Tienkäyttäjätyytyväisyyskyselyn tulokset

Taustatietokysymykset

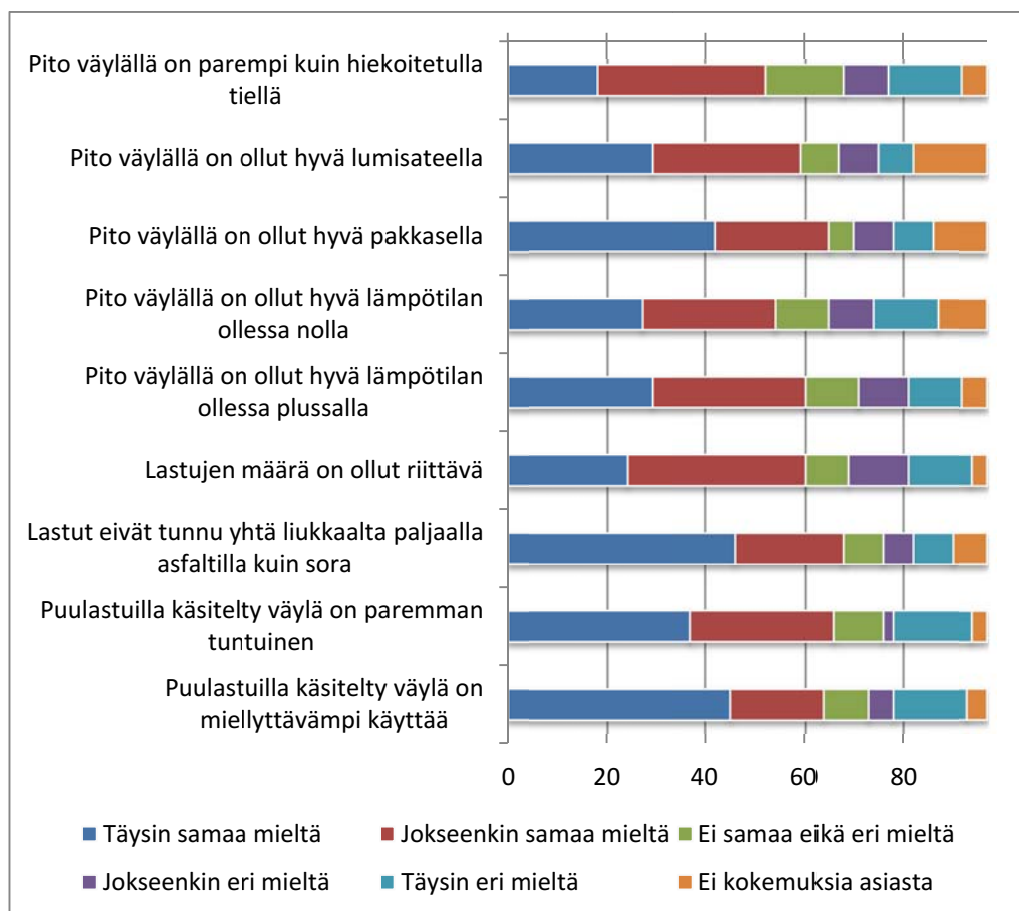
Kyselyyn vastanneiden ikäjakauma oli suuri nuorimman vastaajan ollessa 17 vuotta ja vanhimman 82 vuotta. Kaikkien kyselyyn vastanneiden iän keskiarvo oli 46 vuotta. Kyselyyn vastanneet jaettiin ikäryhmiin, jotka ovat 36-vuotiaat, 36–55-vuotiaat ja yli 55-vuotiaat. Vastaajia edellä mainituissa ryhmissä on 30, 39 ja 28 kappaletta.

Toisella taustakysymyksellä selvitettiin, kuinka usein vastaaja käyttää kyseistä kevyen liikenteen väylää. Vastaajista 35 vastasi käyttävänsä väylää päivittäin ja 17 arkisin. Harvemmin väylää käyttävistä 21 käytti väylää muutaman kerran viikossa, 15 muutama kerran kuukaudessa ja 9 harvemmin kuin kerran kuukaudessa. Analysoimisen helpottamiseksi vastausten perusteella muodostettiin kaksi käyttäjäryhmää, jotka ovat aktiiviset käyttäjät ja satunnaiset käyttäjät. Aktiivisten käyttäjien ryhmään kuuluvat kaikki, jotka käyttävät väylää päivittäin tai arkisin. Satunnaisiin käyttäjiin taas kuuluvat ne, jotka käyttävät väylää harvemmin. Näin ollen aktiivisten käyttäjien ryhmän suuruus on 52 vastaajaa ja satunnaisten käyttäjien ryhmä 45 vastaajaa.

Viimeisenä taustatietokysymyksenä kyselyssä oli kysymys siitä, kuinka vastaaja väylällä yleensä liikkuu. Kysymykseen oli kolme vastausvaihtoehtoa, jotka olivat polkupyörällä, kävellen ja jokin muu. Vastaajista 65 eli 67,0 % vastasi liikkuvansa kyseisellä kevyen liikenteen väylällä polkupyörällä. Kävellen taas väylällä yleensä liikkuen ilmoitti 28 vastaajaa eli 28,9 %. Neljä vastaajaa oli ilmoittanut liikkuvansa väylällä jollakin muulla kuin edellä mainituilla menetelmillä. Näistä neljästä vastaajasta kolme ilmoitti liikkuvansa väylällä yleensä juosten ja yksi ilmoitti liikkuvansa väylällä yleensä lastenvaunujen kanssa.

Mielipidekysymykset

Kyselylomakkeen toinen osa eli kysymys neljä muodostui yhdeksästä väittämästä. Väittämiin vastattiin omien kokemusten mukaan arvioimalla viisiportaisella asteikolla, kuinka paljon samaa mieltä oltiin väittämän kanssa. Lisäksi jokaiseen väittämään voitiin jättää vastaamatta rastittamalla kohta ”ei kokemuksia asiasta”. Alla olevassa kuvassa 3 on esitetty palkkidiagrammilla vastausten jakautuminen eri vaihtoehtojen kesken. Työn liitteenä 3 olevassa taulukossa on esitetty tarkat määrät vastaajien mielipiteiden jakautumisesta eri vastausvaihtoehtojen kesken.



Kuva 3. Vastausten jakautuminen

Mielipidekysymysten vastaukset koodattiin uudestaan tulosten analysointia varten. Tämä tarkoittaa sitä, että sanallisille vastauksille annettiin lukuarvot. Vastauksille annettiin lukuarvot niin, että vastausvaihtoehto ”täysin samaa mieltä” sai arvon viisi ja ”täysin eri mieltä” arvon yksi. Vastausvaihtoehdolle ”ei kokemuksia asiasta” ei annettu arvoa ollenkaan. Vastausten uudelleen koodauksen jälkeen pystyttiin tarkastelemaan vastauksia eri muuttujien suhteen. Taulukossa 2 on esitetty mielipidekysymyksiin annetut vastausten keskiarvot ja keskihajonnat koodauksen jälkeen.

Taulukko 2. Vastausten keskiarvot ja keskihajonnat (asteikko 1-5, suurempi arvo merkitsee suurempaa saman mielisyyttä)

Väittämä	Keski-arvo	Keskihajonta	n
Pito väylällä on parempi kuin hiekoitetulla tiellä	3,34	1,34	92
Pito väylällä on ollut hyvä lumisateella	3,80	1,26	82
Pito väylällä on ollut hyvä pakkasella	3,97	1,33	86
Pito väylällä on ollut hyvä lämpötilan ollessa nolla	3,53	1,41	87
Pito väylällä on ollut hyvä lämpötilan ollessa plussalla	3,62	1,35	92
Lastujen määrä on ollut riittävä	3,49	1,37	94
Lastut eivät tunnu yhtä liukkaalta paljaalla asfaltilla kuin sora	4,02	1,30	90
Puulastuilla käsitelty väylä on paremman tuntuinen	3,73	1,44	94
Puulastuilla käsitelty väylä on miellyttävämpi käyttää	3,80	1,49	93

Taulukosta on nopeasti nähtävissä, että tienkäyttäjät ovat olleet eniten samaa mieltä siitä, että lastut eivät tunnu yhtä liukkaalta paljaalla asfaltilla kuin sora, puulastuilla käsitelty väylä on miellyttävämpi käyttää ja pito väylällä on ollut hyvä pakkasella. Vähiten samaa mieltä vastaajat ovat taas olleet siitä, että pito lastuilla käsitellyllä väylällä olisi ollut parempi kuin hiekoitetulla tiellä ja lastujen määrä olisi ollut riittävä. Tästä voidaan todeta, että tienkäyttäjien mielestä lastuja olisi määrällisesti pitänyt olla enemmän sekä niiden tarjoama pito hiekkaan verrattuna oli kyseenalaista.

Taulukossa 3 on esitetty vastausten keskiarvot eri ikäryhmissä. Vastauksista on nähtävissä, että vanhimman ikäryhmän vastaukset ovat olleet vähiten kokeilulle myönteisiä. Vastausten jakautuminen oli odotetunlainen, sillä vanhimmassa ikäryhmässä on todennäköisesti henkilöitä, joilla on liikuntarajoitteita. Tästä johtuen vanhimpien vastaajien ryhmä vaatii väylältä parempaa pitoa ja laatua. Suurimmat erot koko aineiston keskiarvoihin ovat väittämässä ”pito väylällä on ollut hyvä lämpötilan ollessa nolla” ja ”puulastuilla käsitelty väylä on miellyttävämpi käyttää”, joissa molemmissa on yli kolmen kymmenyksen ero koko aineiston keskiarvoihin.

Taulukko 3. Vastausten keskiarvot eri ikäryhmissä

Väittämä	Koko aineisto	alle 36	36-55	yli 56
Pito väylällä on parempi kuin hiekoitetulla tiellä	3,34	3,46	3,32	3,22
Pito väylällä on ollut hyvä lumisateella	3,80	3,96	3,88	3,56
Pito väylällä on ollut hyvä pakkasella	3,97	4,04	4,09	3,71
Pito väylällä on ollut hyvä lämpötilan ollessa nolla	3,53	3,77	3,58	3,20
Pito väylällä on ollut hyvä lämpötilan ollessa plussalla	3,62	3,83	3,57	3,46
Lastujen määrä on ollut riittävä	3,49	3,57	3,56	3,32
Lastut eivät tunnu yhtä liukkaalta paljaalla asfaltilla kuin sora	4,02	4,07	4,17	3,77
Puulastuilla käsitelty väylä on paremman tuntuinen	3,73	3,83	3,73	3,63
Puulastuilla käsitelty väylä on miellyttävämpi käyttää	3,80	4,07	3,78	3,50

Vastauksista on myös nähtävissä, että alle 36-vuotiaiden ryhmä suhtautui kokeiluun kaikista positiivisimmin. Eroa kolmessa väittämässä kaikkien vastaajien keskiarvoon on yli kaksi kymmenystä. Tämä selittyy sillä, että yleensä nuoremmat ihmiset ovat avoimempia uusille kokeiluille. Lisäksi nuorempien ihmisten liikkuminen on helpompaa eivätkä he välttämättä koe väylän liukkautta samalla tavalla ongelmalliseksi kuin iäkkäämmät vastaajat. Keskimmäisen ryhmän vastaajien vastaukset ovat joka väittämän kohdalla hyvin lähellä koko aineiston keskiarvoja. Ryhmän vastauksia saattaa kuitenkin hieman vääristää se, että ryhmä on vastaajamäärältään hieman kahta muuta ryhmää suurempi. Tämä aiheuttaa sen, että koko aineiston keskiarvo painottuu luonnollisesti hieman lähemmäksi tämän ryhmän arvoja.

Taulukossa 4 on esitetty vastausten keskiarvot aktiivisten ja satunnaisten käyttäjien ryhmissä. Taulukon arvoista on nähtävissä, etteivät aktiiviset käyttäjät ole olleet yhtä tyytyväisiä väylän kuntoon kuin satunnaiset käyttäjät. Tämä on osittain selittävissä sillä, että aktiiviset käyttäjät käyttävät väylää päivittäin tai arkisin, jolloin heille tulee luonnostaan enemmän kokemuksia väylän laadusta niin positiivisessa kuin negatiivisessakin mielessä, kun satunnaiset käyttäjät taas muodostamat mielipiteensä vain muutamien käyttökertojen perusteella. Suurimmat erot ryhmien välillä olivat väittämässä ”pito väylällä on ollut hyvä lämpötilan ollessa nolla” ja ”lastut eivät tunnu yhtä

liukkaalta paljaalla asfaltilla kuin sora”. Pienin ero ryhmien välillä taas oli väittämässä ”pito väylällä on ollut hyvä pakkasella”.

Taulukko 4. Vastausten keskiarvot aktiivisten ja satunnaisten käyttäjien ryhmissä

Väittämä	Koko aineisto	Aktiiviset käyttäjät	Satunnaiset käyttäjät
Pito väylällä on parempi kuin hiekoitetulla tiellä	3,34	3,21	3,50
Pito väylällä on ollut hyvä lumisateella	3,80	3,76	3,88
Pito väylällä on ollut hyvä pakkasella	3,97	3,94	4,00
Pito väylällä on ollut hyvä lämpötilan ollessa nolla	3,53	3,32	3,81
Pito väylällä on ollut hyvä lämpötilan ollessa plussalla	3,62	3,46	3,83
Lastujen määrä on ollut riittävä	3,49	3,31	3,71
Lastut eivät tunnu yhtä liukkaalta paljaalla asfaltilla kuin sora	4,02	3,80	4,31
Puulastuilla käsitelty väylä on paremman tuntui-	3,73	3,60	3,90
nen			
Puulastuilla käsitelty väylä on miellyttävämpi käyttää	3,80	3,71	3,90

Taulukossa 5 on esitetty vastausten keskiarvot eri liikkumismuotojen mukaan. Taulukosta on nähtävissä, että pyöräilijät eivät ole olleet väittämien kanssa yhtä paljon samaa mieltä kuin kävelijät. Ryhmä ”muut” on suhtautunut kaikista myönteisimmin lastun toimintaan, joskin kyseisen ryhmän vastauksia ei voida pitää kovin luotettavina, koska vastaajia on vain neljä kappaletta. Suurin ero pyöräilijöiden ja kävelijöiden vastausten välillä on väittämässä ”pito väylällä on ollut hyvä lämpötilan ollessa nolla”. Tämä saattaa johtua siitä, että kovalla vauhdilla liikkuvat pyöräilijät kokevat lastut helpommin liukkaiksi kuin hiljaisemmalla vauhdilla liikkuvat kävelijät. Lisäksi pyöräilijät tarvitsevat myös sivuttaissuuntaista pitoa muun muassa kaarteissa. Toiseksi suurin ero on väittämässä ”pito väylällä on parempi kuin hiekoitetulla tiellä”. Tämä vahvistaa oletusta siitä, että pyöräilijät vaativat väylältä parempaa pitoa kuin kävelijät. Pyöräilijöiden vastausten keskiarvot ovat kaikissa väittämissä lähempänä koko aineiston keskiarvoa kuin kävelijöiden vastaukset. Tämä johtuu siitä, että pyöräilijöitä oli kyselyyn vastanneista suurin osa, joten keskiarvo painottuu luonnostaan lähemmäksi pyöräilijöiden vastauksia.

Taulukko 5. Vastausten keskiarvot eri liikkumismuodoissa

Väittäjä	Kokoaineisto	Pyöräilijät	Kävelijät	Muut
Pito väylällä on parempi kuin hiekoitetulla tiellä	3,34	3,11	3,70	4,25
Pito väylällä on ollut hyvä lumisateella	3,80	3,65	4,00	4,75
Pito väylällä on ollut hyvä pakkasella	3,97	3,81	4,26	4,50
Pito väylällä on ollut hyvä lämpötilan ollessa nollalla	3,53	3,29	3,96	4,50
Pito väylällä on ollut hyvä lämpötilan ollessa plussalla	3,62	3,44	3,89	4,50
Lastujen määrä on ollut riittävä	3,49	3,29	3,86	4,00
Lastut eivät tunnu yhtä liukkaalta paljaalla asfaltilla kuin sora	4,02	3,85	4,35	4,50
Puulastuilla käsitelty väylä on paremman tuntui-	3,73	3,56	4,04	4,50
nen				
Puulastuilla käsitelty väylä on miellyttävämpi käyttää	3,80	3,63	4,07	4,50

Avoimet kysymykset

Kysymyslomakkeen kaksi viimeistä kysymystä olivat avoimia kysymyksiä, joissa vastaaja sai itse muotoilla vastauksensa eikä niihin vastaaminen ollut pakollista. Kysymyksessä viisi kysyttiin onko vastaaja havainnut jotakin sellaista tilannetta tai sääolosuhdetta, jossa puulastu eivät toimi liukkauden torjunnassa. Kyselyyn vastanneista 53 kappaletta oli vastannut tähän kysymykseen. Vastauksista yhdeksän kappaletta oli muotoa ”en” tai ”en ole”, jolloin ne voidaan tulkita kokeilun kannalta positiivisiksi. Lisäksi jäljelle jääneistä vastauksista kaksi oli kokeilun kannalta positiivisia. Nämä vastaukset on esitetty työn liitteessä 4 taulukossa 1.

Jäljelle jäävät 42 vastausta olivat tyyliltään negatiivisia ja sisältävät hyviä huomioita menetelmän toimimattomuudesta tietyissä olosuhteissa. Samantyylliset vastaukset pyrittiin jakamaan ryhmiin, jotta vastausten analysoiminen olisi helpompaa. Suurimaksi ryhmäksi muodostuivat vastaukset, joissa kritisoitiin sitä, ettei lastu toiminut vesisateella tai, kun jään päällä oli vettä. Tähän ryhmään voidaan myös lisätä vastaukset, joissa todettiin, etteivät lastut toimineet plussakeleillä tai liukkailla ja jäisillä keleillä, koska niissä on kyse hyvin lähelle samanlaisesta tilanteesta. Kun vastaukset lasketaan yhteen, saadaan että 19 vastaajaa on ollut sitä mieltä, ettei lastu toimi liukkailla keleillä. Tämä johtuu siitä, että lastujen kiinnittyminen polanteeseen on hitaampaa ja heikompaa lämpötilan ollessa nollan yläpuolella. Vesisateella lastut myös kelluvat muodostuvissa lätäköissä ja siirtyvät tai kasaantuvat helposti. Toiseksi suureksi ongelmaksi vastaajien mukaan nousikin se, että lastut siirtyvät herkästi pois väylältä tuulen ja autotieltä roiskuvan veden vaikutuksesta. Tähän vaikuttaa puumateriaalin keveys, mistä johtuen ne liikkuvat helposti tuulen tai veden mukana. Kaikkien ryhmien vastaukset on esitetty työn liitteessä 4 taulukossa 2.

Toisessa avoimessa kysymyksessä kysyttiin, onko vastaajalla muuta kommentoitavaa kokeilusta. Vastaukset erosivat paljon toisistaan ja monet vastaukset sisälsivät positiivisia sekä negatiivisia kommentteja. Analysoinnin helpottamiseksi vastaukset jaettiin jakaa ryhmiin. Ryhmiin jakamisen helpottamiseksi joidenkin vastaajien vastauksia on jaettu osiin, koska ne sisälsivät kommentteja, jotka sopivat useampaan ryhmään. Vastaukset jaettiin kahteen taulukkoon, jossa toiseen on kerätty positiiviset palautteet ja toiseen negatiiviset.

Suurimpaan positiivisen palautteen ryhmään kuuluivat vastaukset, joissa sanottiin lastujen olevan hyvä keksintö, lastujen tuntuvan toimivalta tai että kokeiluja tuli ehdottomasti jatkaa tulevaisuudessa. Lisäksi lastujen vähä pölyisyys sekä miellyttävämpi ja pehmeämpi tuntuma saivat runsaasti positiivista palautetta. Työn liitteessä 4 taulukossa 3 on kaikki kysymykseen annetut positiiviset palautteet.

Edellisen avoimen kysymyksen tapaan suurimmaksi ongelmaksi vastaajat olivat kokeneet sen, että lastut liikkuivat herkästi pois väylältä. Osa tienkäyttäjistä antoi myös palautetta siitä, että lastujen levitys olisi ollut epätasaista. Kenttäkäyntien ja koneenkuljettajan kommenttien perusteella voidaan kuitenkin todeta levittimen työjäljen olleen tasaista. Negatiivisia kommentteja annettiin myös siitä, että lastut olivat liian suurikokoisia. Näitä kommentteja oli kolme kappaletta ja ne olivat kaikki tulleet pyöräilijöiltä. Tarkemmin kommentit on nähtävissä liitteessä 4 taulukossa 4.

4.2 Kenttäkäynnit

Talven aikana tehtyjen kenttäkäyntien yksi tärkeimmistä havainnoista oli se, että lämpötila vaikutti lastujen kiinnittymiseen kuluvaan aikaan. Lastut kiinnittyivät väylän pintaan nopeammin lämpötilan ollessa nollan alapuolella ja hitaammin jos lämpötila oli nollan yläpuolella. Lastujen havaittiin myös jäävän paremmin ja nopeammin kiinni lumisiin kohtiin kuin jäisiin kohtiin, joskin lastun uppoamisen todettiin olevan nopeampaa lumisissa kohdissa. Tämä johtuu siitä, että lumiset kohdat ovat jäisiä kohtia pehmeämpiä ja näin ollen lastu uppoa siihen helpommin. Kun lämpötila oli pakkasella, niin ei enää voitu havaita lastujen kiinnittymisessä eroa lumisten ja jäisten kohtien välillä vaan lastut kiinnittyivät molempiin kohtiin hyvin ja nopeasti.

Lämpötilan lisäksi lastun levityksestä kuluneella ajalla huomattiin olevan vaikutusta lastun kiinnittymiseen. Todettiin, että mitä pidempään lastu oli väylällä ollut, sitä paremmin se oli siihen kiinnittynyt. Sään ollessa pakkasella, lastujen tuoma pito oli tehtyjen havaintojen mukaan jopa parempaa kuin hiekoituksen. Kenttäkäynneillä havaittiin, että myös lastut painuvat polanteeseen ajan kuluessa, joskin painuminen oli huomattavasti hitaampaa kuin hiekalla ja sepelillä. Lastun painumista havaittiin tapahtuvan varsinkin lämpimillä säillä ja silloin, kun levityksestä oli kulunut paljon aikaa.

Lastujen määrän havaittiin vaihtelevan paljon väylän eri kohdissa. Tämän todettiin johtuvan lastujen kulkeutumisesta. Lastut kulkeutuivat erityisesti tuulen vaikutuksesta, mutta myös autotieltä roiskuvan veden, pyöräilijöiden, kävelijöiden, sadeveden ja sulamisvesien vaikutuksesta. Lastujen todettiin pyrkivän kasaantumaan päällysteessä olleisiin painaumiin tai halkeamiin, eli sellaisiin kohtiin joihin myös vesilätäköt muodostuvat. Polkupyörän renkaiden todettiin siirtävän lastuja ja muodostavan väylään uria. Lastujen kulkeutumisen todettiin olevan voimakkainta jäisissä kohdissa, mikä johtuu siitä, että lastut kiinnittyvät hitaammin sekä liukuvat herkemmin jäisillä pinnoilla.

Kokeiluväylän osuus, joka kulki lähellä Kempeleenlahtea, havaittiin talven aikana mo-
neen kertaan ongelmalliseksi. Kohdasta ongelmallisen teki se, että tuuli sen kohdalla oli kova lähes koko tutkimuksen ajan. Tuuli sai väylän jäätymään ja lastut siirtymään pois väylältä. Kokonaisuudessaan väylä oli paremman laatuinen niissä kohdissa, joissa se kulki erillisenä kevyen liikenteen väylänä. Kohdissa, joissa kevyen liikenteen väylä kulki aivan autotien vieressä, ongelmaksi muodostui lastujen voimakas kulkeu-

tuminen. Kokeiluväylän erillisenä kevyen liikenteen väylänä kulkevat osat olivat pääsääntöisesti vähemmän jäisiä kuin autotien vieressä kulkevat osuudet. Tämä saattoi aiheuttaa mielikuvan siitä, että pito oli huonompi aivan autotien vieressä kulkevilla väylän osilla.

Väylän sulaessa keväällä havaittiin, että puulastut eivät tuntuneet yhtä liukkaalta paljaalla asfaltilla, kun sepeli tai hiekka. Tähän vaikutti puulastujen muoto, joka ei ollut yhtä raemainen kuin sepelin. Puulastut eivät pyörineet kengän tai pyörän renkaan alla niin kuin sepeli ja tästä johtuen tuntuma väylän pintaan oli parempi. Keväällä huomattiin myös, että lastujen kulkeutuminen väylän reunoille oli voimakasta. Tämä aiheutti sen, että lastuja näkyi paljaalla väylällä vain joissain kohdissa. Lastuja oli runsaasti väylän pientareilla sekä sellaisissa kohdissa, johon lastut pyrkivät kasaantumaan. Tämä todettiin kuitenkin hyväksi asiaksi, sillä väylän kevätharjauksessa materiaalia ei tarvinnut kerätä paljoa pois väylältä. Kokeiluväylän ei myöskään pölissyt kevään aikana.

Kokeiluväylän kevätharjauksessa huomattiin, että lastu ei pölissyt, kun sitä harjattiin. Toisaalta väylän pinta oli märkä harjaushetkellä, joten se saattaa osaltaan vaikuttaa lastun pölisemättömyyteen. Harjauksen työljälki osoittautui hyväksi ja väylä tuli silmä määräisesti arvioituna puhtaammaksi yhdellä harjauksella kuin vertailuväylä. Harjaus sujui ongelmitta ja ainut ongelma oli keräävän harjan säiliön nopea täyttyminen väylän reunalla olleista lehdistä johtuen.

Kokeiluväylälle tehdyistä kenttäkäynneistä on kerrottu tarkemmin tutkimuspäiväkirjassa, joka on työn liitteenä 5. Kenttäkäynneistä tehtiin myös kuvasarja (liite 6) havainnollistamaan eri keliolosuhteita ja työvaiheita.

4.3 Urakoitsijan ja tilaajan tekemät havainnot

Tilaajan edustajien tekemät huomiot

Puulastukokeilun tilaajalle eli Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskukselle järjestettiin haastattelutilaisuus, jossa käytiin läpi tilaajan huomiot kokeilusta. Tilaajaa edustivat kunnossapitovastaava Jarkko Pirinen sekä Oulun aluevastaava Jorma Lusikka. Haastattelu järjestettiin 5.6.2015. Tilaaja oli havainnut menetelmässä useita hyötyjä perinteisiin menetelmiin verrattuna, joskin myös negatiivisia huomioita menetelmästä oli kertynyt. Tilaajan huomioiden mukaan lastu oli pehmeän ja miellyttävän tuntuinen sekä se tarjosi hyvän pidon silloin, kun se oli kiinnittynyt polanteeseen. Lastujen oli myös todettu kelluvan lätäköissä ja painuvan polanteeseen huomattavasti hitaammin hiekkaan tai soraan verrattuna. Positiiviseksi asiaksi nousi myös lastun pölyttömyys. Tilaaja oli todennut kevään aikana, ettei kokeiluväylä pölissyt tuulisina päivinä ja lisäksi oli todettu, että kevätharjauksen jälki oli siisti. Hyvänä asiana pidettiin myös sitä, että materiaali on uusiutuva ja biologisesti hajoava.

Tilaajan mielestä materiaalin koko oli hyvä, eikä sepeliä suuremman reaktion koettu vaikeuttavan väylällä liikkumista. Esille nousi se, ettei lastun kokoa tilaajan mielestä kuitenkaan tulisi nykyisestä enää kasvattaa vaan lastu on tällä hetkellä juuri sopivan kokoista. Materiaali todettiin myös olevan hyvin vaihtelevan kokoista, mikä oli tilaajan mielestä positiivinen asia. Tilaajan mielestä lastun paksuus on sen varsinaista kokoa tärkeämpi asia. Liian paksun lastun todettiin haittaavan väylällä kulkemista, sillä silloin lastu nousi paljon väylän pinnan yläpuolelle ja aiheutti pinnan epätasai-

suutta. Lisäksi keskusteltiin mahdollisuudesta käyttää puulastumateriaalia sekä hiekoitusta yhtäaikaaisesti. Tilaajan mielestä menetelmillä on toisiaan tukevia ominaisuuksia ja niiden yhteiskäytöllä saataisiin aikaiseksi toimiva liukkaudentorjunta kaikissa sääolosuhteissa. Menetelmien yhteiskäyttö ei kuitenkaan poistaisi hiekoituksen käyttöön liittyviä ongelmia, kuten pölyämistä ja puhdistustarvetta.

Menetelmään liittyväksi ongelmaksi tilaaja listasi sen, etteivät puulastut tarjonneet riittävästi pitoa liukkaalla kaltevalla tasolla. Tilaajan mukaan tämä saattoi kuitenkin osaksi johtua siitä, että lastujen määrä tällaisissa kohdissa oli vähäinen. Tämä todettiin ongelmaksi erityisesti liukkailla keleillä eli silloin, kun lämpötila oli muutamia asteita nollan yläpuolella. Lastu ei myöskään toiminut liukkauden torjunnassa silloin, kun jääpolanteen päällä on runsaasti vettä. Tällöin lastut kelluivat vedessä, joten ne eivät tarjonneet pitoa ollenkaan. Tällaisissa olosuhteissa lastujen oli myös todettu kasaantuvan helposti tiettyihin kohtiin, mikä sai lastujen levityksen vaikuttamaan epätasaiselta. Keskustelussa nousi kuitenkin esille se, että tällaiset sääolosuhteet ovat myös hyvin hankalia perinteisille liukkaudentorjuntamenetelmille. Ongelmaksi koettiin myös se, että lastut siirtyivät helposti autojen muodostaman ilmapirran ja roiskuttaman veden vaikutuksesta. Tilaajan mielestä suurin materiaalin käyttöä rajoittava tekijä on materiaalin hinta. Tilaaja painotti kuitenkin sitä, että materiaalin todellista hintaa on hyvin vaikea arvioida, jos materiaalia valmistettaisiin Suomessa.

Tilaajan mielestä kokeilu oli onnistunut ja sen aikana saatiin runsaasti kokemuksia lastun toimivuudesta erilaisissa sääolosuhteissa, koska kevättalven sää oli hyvin vaihteleva. Kaiken kaikkiaan menetelmä hyödyt nähtiin sen haittoja suuremmiksi. Tilaajan mielestä kokeiluja pitäisi tulevaisuudessa tehdä lisää ja erityisesti kiinnittää huomiota lastun valmistusmahdollisuuksiin Suomessa. Lisäksi tulisi tutkia lastun optimaalista levitysmäärää, levitystekniikkaa sekä lastujen sopivaa suola määrää. Lisäksi jatkotutkimuksissa tulisi selvittää, minkälaista puuta tai jotakin muuta materiaali voitaisiin käyttää lastujen valmistuksessa. Tilaajan mielestä menetelmällä on kuitenkin suurta potentiaalia yhtenä kevyen liikenteen väylien liukkaudentorjuntamenetelmänä perinteisten menetelmien rinnalla.

Urakoitsijan tekemän huomiot

Urakotijalta kerättiin huomioita ja palautetta koko kokeilun ajan, joten tarvetta varsinaiselle haastattelutilaisuudelle ei ollut. Urakoitsijan mielestä materiaali toimi pääsääntöisesti hyvin liukkauden torjunnassa ja siihen liittyvät ongelmat olivat samoja, kuin mitä tilaajakin oli huomionnut. Urakoitsijalla oli kuitenkin kokemuksia lastun levityksestä ja siihen liittyvistä laiteteknisistä ongelmista. Suurimmaksi laitetekniseksi ongelmaksi muodostui lastujen suuri raekoko verrattuna perinteisiin materiaaleihin. Tämä aiheutti sen, ettei lastu läpäissyt levitintä ja sai sen tukkeutumaan. Urakoitsijan mukaan yleisimpiä levityslaitteita voidaan kuitenkin avartaa niin, että materiaalin levittäminen niillä on mahdollista. (Karhu 2015)

Urakoitsija kokeili ensin puulastumateriaalin levittämistä lautaslevittimellä. Huomattiin, ettei lastujen levittäminen sillä ole mahdollista ilman levittimen muokkaamista. Muokkauksia ei tehty, koska levitin oli vuokralla. Urakoitsija otti käyttöön kärrymallisen hihnatoimisen levittimen, jolla lastujen levittäminen onnistui ilman muokkauksia. Tällä levittimellä lastujen levittäminen onnistui ilman ongelmia koko kokeilun ajan. (Karhu 2015)

Urakoitsija havaitsi myös materiaalin varastointiin liittyvän ongelman. Yleensä hiekoitusmateriaali säilytetään katetussa, mutta lämmittämättömässä varastossa. Tämän materiaalin kohdalla se ei kuitenkaan ollut mahdollista, sillä materiaali jäätynyt varastosäkissä yhdeksi isoksi kappaleeksi lämpötilan ollessa pakkasella. Tällöin materiaalin käyttö levittimessä oli mahdotonta. Urakoitsija ratkaisi ongelman säilömällä osan materiaalista lämmitettävään varastotilaan jäätymisen estämiseksi. Kahden vuorokauden säilytys lämpimässä varastossa riitti sulattamaan materiaalin niin, että sitä pystyttiin levittämään ongelmitta. Materiaalin jäätymisen todettiin johtuvan sen suuresta kosteusprosentista. Tämä aiheutti hieman lisää työtä tavarantoimitukseen ja levittimen täyttämiseen liittyen. (Karhu 2015)

Urakoitsijalle kertyi kokemuksia myös kokeiluväylän kevätharjauksesta. Kevätharjaus suoritettiin kahden päivänä aikana. Ensimmäisenä harjauspäivänä käytettiin avoharjaa ja toisena keräävää harjaa. Ensimmäisen harjauksen aikaan väylä oli kuiva. Harjauksen suorittanut työmies sanoi, ettei lastua harjattaessa muodostunut yhtä paljon pölyä kuin hiekkaa tai sepeliä harjattaessa. Puulastujen harjaaminen ei osoittautunut yhtään sen haastavammaksi kuin perinteisten liukkaudentorjuntamateriaalien. Kuljettajan mielestä harjaaminen oli jopa helpompaa puulastun keveyden ja suuren partikkelikoon ansiosta.

Toisella harjaukserällä kokeiltiin keräävän harjan toimivuutta puulastun poistossa, vaikka kyseisellä väylällä käytetäänkin yleensä avoharjaa ja sivuun harjausta. Kokeilussa todettiin, että materiaalin harjaaminen keräävällä laitteella onnistuu ilman ongelmia. Ongelmia aiheutti ainoastaan väylän reunassa ollut muu materiaali kuten puiden lehdet ja oksat, jotka täyttivät keräävän harjan säiliön erittäin nopeasti. Harjauksen työnjälki oli hyvä ja puulastumateriaali saatiin poistettua väylältä hyvin suurella prosentilla. Väylänpinta ja siinä oleva puumateriaali oli suurimmilta osin kostea, koska aikaisemmin päivällä oli satanut. Tämä ei kuitenkaan vaikeuttanut harjausta mitenkään. Pölyä ei myöskään havaittu muodostuvan harjauksen yhteydessä.

4.4 Puulastujen kulutus, levitysmäärä ja kustannukset

Ensimmäisillä neljällä levityskerralla materiaalia kului koko kokeiluväylän käsittelemiseen neljä kuutiota. Myöhemmillä kolmella kerralla vain puolet tuosta määrästä, koska väylä oli osittain sula ja väylällä alkoi olla runsaasti lastuja edellisten levitysten jäljiltä. Koko kokeilun aikana materiaalia kului 22 kuutiota.

Materiaalia päätettiin tilata kokeilua varten 50 kuutiota. Määrä mitoitettiin materiaalin valmistajan ilmoittamalla suositus levitysmäärällä 0,5 l/m². Alla on esitetty, kuinka tilattuun materiaali määrään päädyttiin.

Puulastujen tilausmäärä:

Kokeiluväylän pituus = 3,5 kilometriä = 3 500 metriä (tilausvaiheessa arvioitu kokeiluväylän pituus)

Kokeiluväylän leveys (työleveys) = 2,0 metriä

Yhdellä levityskerralla tarvittava materiaalin määrä mitoitettiin tuotteen markkinoijan ilmoittaman levitysmäärän 0,5 l/m² mukaan.

$$\text{Levitysmäärä} = 3\,500\text{ m} * 2,0\text{ m} * 0,5 \frac{\text{l}}{\text{m}^2} = 3\,500\text{ l} = 3,5\text{ m}^3$$

Eli materiaalia tarvittiin 3,5 m³ yhteen liukkaudentorjuntakertaan. Materiaalia päätettiin tilata 50 m³, mikä riittäisi 14 levityskertaan. Määrä saatiin myös kuljetettua yhdellä rekka-autolla. Materiaalin toimittaja toimitti materiaalia kuitenkin loppujen lopuksi 46 kuutiota.

Puulastujen levitysmäärä:

Puulastujen toteutunut levitysmäärä laskettiin väylän pituuden, leveyden sekä neljän ensimmäisessä levityksessä kuluneet materiaalmäärän avulla. Olemassa olevien tietojen perusteella pystyttiin laskemaan yhdelle neliölle kuluva lastumäärä yhtä levityskertaa kohden. Tämän lisäksi laskettiin vertailuväylän hiekoituksessa käytetty levitysmäärä, jotta materiaalin kulutusta pystyttiin vertailemaan

Kokeiluväylän pituus = 3,3 kilometriä = 3 300 metriä (tarkka kokeiluväylän pituus)

Kokeiluväylän leveys (työleveys) = 2,0 metriä

Kokeiluväylän pinta-ala:

$$A_{\text{kokeiluväylä}} = 3\,300\text{ m} * 2,0\text{ m} = 6\,600\text{ m}^2$$

Yhdellä levitys kerralla kului neljä kuutiota liukkaudentorjuntamateriaalia. Yksi kuutio materiaalia painaa 500 kg (Karhu 2015). Käytetyn materiaalin painoksi saadaan:

$$\text{Materiaalin massa} = 4\text{ m}^3 * 500\text{ kg/m}^3 = 2\,000\text{ kg} = 2\,000\,000\text{ g}$$

Lasketaan materiaalin levitys määrä (g/m²):

$$\text{Levitysmäärä} = \frac{2\,000\,000\text{ g}}{6\,600\text{ m}^2} = 303 \frac{\text{g}}{\text{m}^2}$$

Lasketaan materiaalin levitys määrä (l/m²):

$$\text{Levitysmäärä} = \frac{4\,000\text{ l}}{6\,600\text{ m}^2} = 0,6 \frac{\text{l}}{\text{m}^2}$$

Materiaalin markkinoijan mukaan lastun sopiva levitysmäärä on noin 150 g/m² tai 0,5 l/m² (Queloz 2015). Grammoina ilmoitettuun levitysmäärään verrattuna tutkimuksessa käytetty lastumäärä on kaksinkertainen. Lastumäärän arvioiminen grammoina on kuitenkin hankalaa, sillä lastujen kosteusprosentti vaihtelee ja se luonnollisesti vaikuttaa lastun massaan. Kun kokeilussa käytetty lastun levitysmäärä ilmoitetaan yksikössä litraa neliölle, saadaan että levitysmäärä on ollut 0,6 l/m², joka on huomattavasti lähempänä valmistajan antamaan ohjearvoa, kuin grammoina ilmoitettu määrä.

Vertailuväylää hiekoitettiin hiekalla koko talvikauden ajan. Yhdessä levityksessä kului hiekoitusmateriaalia kaksi kuutiota ja hiekoituskertoja oli kokeilun aikana kuusi kappaletta (Karhu 2015). Vertailun vuoksi on laskettu hiekoitukseen kulunut materiaalmäärä yksikössä g/m² ja l/m².

Vertailualueen hiekoitus määrä:

Vertailuväylän pituus = 3,1 kilometriä = 3 100 metriä

Vertailuväylän leveys (työleveys) = 2,0 metriä

Vertailuväylän pinta-ala:

$$A_{\text{vertailuväylä}} = 3\,100\,m * 2,0\,m = 6\,200\,m^2$$

Käytetyn hiekoitushiekan paino kuutiota kohti oli noin 1 550 kg/m³ (Ventoniemen sora Oy 2015). Käytetyn materiaalin painoksi saadaan:

$$\text{Materiaalin massa} = 2\,m^3 * 1\,550\,kg/m^3 = 3\,100\,kg = 3\,100\,000\,g$$

Lasketaan materiaalin levitys määrä (g/m²):

$$\text{Levitysmäärä} = \frac{3\,100\,000\,g}{6\,200\,m^2} = 500\,g/m^2$$

Lasketaan materiaalin levitys määrä (l/m²):

$$\text{Levitysmäärä} = \frac{2\,000\,l}{6\,200\,m^2} = 0,323\,\frac{l}{m^2}$$

Puulastujen hinta:

Liukkaudentorjuntamateriaalin hinta oli 205 CHF/m³. Tilaushetkellä, eli syyskuussa 2014, Sveitsin frangin kuukauden keskiarvo kurssi euroon verrattuna oli:

1 euro = 1,2076 CHF (Suomen pankki 2015)

Tämän avulla saadaan, että yksi kuutio liukkaudentorjuntamateriaalia maksoi noin 170e.

Vertailuksi päätettiin laskea myös liukkaudentorjuntamateriaalin hinta kun kuljetuskustannukset otetaan huomioon. Kuljetuskustannukset olivat 5 000 CHF koko 50 kuution tilauksesta.

$$\text{Kuljetuskustannukset} = \frac{5\,000\,CHF}{50\,m^3} = 100\,\frac{CHF}{m^3} \approx 83\,\frac{e}{m^3}$$

Tällöin liukkaudentorjuntamateriaalin hinta oli 170 e/m³ ilman kuljetuskustannuksia ja kuljetuskustannuksineen 253 e/m³. Hiekoitushiekan hinta on noin 25 e/tonni (Rudus 2015). Yksi kuutio hiekoitushiekkaa painaa noin 1 550 kg. Tämän avulla saadaan laskettua, että yksi kuutio hiekoitushiekkaa maksaa noin 38,75 e. Kaikki laskuissa käytetyt hinnat ovat arvolisäverottomia.

Hiekoitushiekan ja puulastumateriaalin käytön hintaeroa on vaikea tarkastella tässä yksikössä, koska materiaalien levitysmäärät eroavat paljon toisistaan. Hinnan vertailun helpottamiseksi alle on laskettu materiaalin käytön hinta yhden kilometrin matkalta, kun materiaalien levitysmäärät on otettu huomioon.

Puulastujen hinta yhdelle kilometrille:

$$\text{Materiaalin kulutus } 3,3 \text{ km} = 4 \text{ m}^3$$

$$\text{Materiaalin kulutus } 1,0 \text{ km} = \frac{4 \text{ m}^3}{3,3 \text{ km}} = 1,212 \frac{\text{m}^3}{\text{km}}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuluneen materiaalin hinta } 1,0 \text{ km} &= 1,212 \text{ m}^3 * 170 \frac{\text{e}}{\text{m}^3} \\ &= 206,04 \frac{\text{e}}{\text{km}} \text{ (ilman kuljetuskustannuksia)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuluneen materiaalin hinta } 1,0 \text{ km} &= 1,212 \text{ m}^3 * 253 \frac{\text{e}}{\text{m}^3} \\ &= 306,64 \frac{\text{e}}{\text{km}} \text{ (Kuljetuskustannukset mukaan laskettuna)} \end{aligned}$$

Hiekoitushiekan hinta yhdelle kilometrille:

$$\text{Materiaalin kulutus } 3,1 \text{ km} = 2 \text{ m}^3$$

$$\text{Materiaalin kulutus } 1,0 \text{ km} = \frac{2 \text{ m}^3}{3,1 \text{ km}} = 0,645 \frac{\text{m}^3}{\text{km}}$$

$$\text{Kuluneen materiaalin hinta } 1,0 \text{ km} = 0,645 \text{ m}^3 * 38,75 \frac{\text{e}}{\text{m}^3} = 25,00 \frac{\text{e}}{\text{km}}$$

Puulastumateriaalin hinta on perinteiseen hiekoitukseen verrattuna näin ollen noin kahdeksankertainen. Hintaero on suuri, mutta tulee kuitenkin muistaa, että puulastumateriaalin käyttö on vasta kokeiluvaiheessa ja materiaalin tuottaminen Suomessa kotimaisesta raaka-aineesta pudottaisi sen hintaa merkittävästi. Lisäksi materiaalin tuottaminen lähellä laskisi kuljetuskustannuksia. Laskuissa käytetyt määrät ovat myös epätarkkoja, joten hintaero saattaa tosiasiallisesti olla hieman suurempi tai pienempi. Myös puulastumateriaalin optimaalisemmalla käytöllä saataisiin laskettua materiaalin kulutusta ja sen myötä hintaa. Lopputalvesta materiaalia kokeiluväylän käsittelyyn kului vain puolet siitä määrästä, jolla yllä olevat laskut on tehty. Tämä tarkoittaa sitä, että kolmella viimeisellä levytyksellä lastumateriaalin kilometrihintaa oli vain puolet nyt lasketusta hinnasta, kun hiekoituksen hinta pysyi koko ajan samana.

5 Johtopäätökset ja kehitysideat

Tässä luvussa on esitelty tutkimuksen tuloksista tehtävät johtopäätökset sekä kehitysideat materiaalin käytön kehittämiseen tulevaisuudessa. Johtopäätökset on tehty tienkäyttäjäkyselyn, kenttäkäyntien sekä tilaajan ja urakoitsijan havaintojen pohjalta. Lisäksi esitellään muutamia jatkotutkimuskohteita. Jatkotutkimusaiheet nousivat esille kokeilun aikana sekä myös osaksi saatujen tutkimustulosten perusteella.

5.1 Johtopäätökset

Työn tarkoituksena oli selvittää toimivatko puulastut kevyen liikenteen väylien liukkauden torjunnassa. Tehtyjen tutkimusten perusteella voidaan todeta puulastujen toimivan kevyen liikenteen väylien liukkauden torjunnassa tietyissä tilanteissa ja sääolosuhteissa. Tutkimuksissa todettiin lastujen toimivan parhaiten liukkauden torjunnassa silloin, kun lämpötila oli pakkasella ja huonoiten silloin, kun lämpötila oli nollan yläpuolella. Lämpötilan ollessa pakkasella lastut kiinnittyivät väylän pintaan hyvin ja nopeasti, kun taas lämpötilan ollessa nollan yläpuolella, kiinnittyminen saattoi kestää hyvinkin kauan eivätkä lastut olleet yhtä hyvin kiinni polanteessa. Lastujen huono kiinnittyminen johtui siitä, etteivät ne lämpimästä säästä johtuen jäätyneet kiinni väylän pintaan. Lastujen todettiin myös kiinnittyvät huonommin jäiseen polanteeseen kuin lumiseen. Tämä johtuu siitä, että luminen polanne on jäistä pehmeämpi, jolloin lastu painuu ja jää kiinni siihen nopeammin.

Lastujen havaittiin kulkeutuvan väylän pinnalla herkästi tuulisissa paikoissa, kaltevissa kohdissa sekä kohdissa, joissa autojen aiheuttama ilmavirta pääsi vaikuttamaan lastuihin. Lisäksi lastujen todettiin siirtyvän sulamisvesien sekä autotieltä roiskuvan veden vaikutuksesta. Lastujen kulkeutuminen aiheutti sen, että lastujen määrä vaihteli paljon väylän eri kohdissa. Saatujen tulosten perusteella voidaankin todeta lastujen soveltuvan parhaiten käytettäväksi erillisillä kevyen liikenteen väylillä, jolloin autojen niihin aiheuttama vaikutus on mahdollisimman pieni.

Tutkimuksella haluttiin lisäksi selvittää voitaisiinko menetelmän käytöllä aikaan saada säästöjä. Oletuksena oli, ettei puulastuja tarvitsisi levittää väylälle yhtä useasti ja yhtä paljon kuin hiekkaa. Tätä pyrittiin selvittämään vertaamalla kokeiluväylän levitysmääriä ja ajankohtia vertailuväylän vastaaviin. Tutkimustulosten perusteella ei kuitenkaan pystytty todistamaan, että puulastuja olisi tarvinnut levittää väylälle harvemmin kuin hiekkaa, sillä tutkimuksen aikana liukkaudentorjuntakertoja oli molemmilla väylillä yhtä monta. Tutkimuksen tuloksia saattaa kuitenkin vääristää se, että kokemukset puulastujen avulla tapahtuvasta liukkaudentorjunnasta ovat vielä hyvin vähäiset. Kokeilua tehdessä ei ollut tietoa siitä kuinka kauan materiaali pystyy torjumaan liukkautta tehokkaasti ja näin ollen materiaalia on voitu levittää väylälle tarpeettomasti, koska levitykset on tehty hiekoituksesta olevan tiedon pohjalta. Toisaalta useilla kenttäkäynneillä todettiin lastujen levityksen olleen perusteltua silloin, kun ne oli tehty.

Liukkaudentorjuntaan käytetyissä materiaalmäärissä oli kuitenkin eroja kokeilu- ja vertailuväylän välillä. Vertailuväylällä käytetty materiaalmäärä oli sama koko talvikauden ajan, kun taas kokeiluväylällä määrää oli puolet pienempi kolmella viimeisellä levityskerralla. Oletus on, että materiaalia kului kolmella viimeisellä levityksellä vähemmän, koska väylä oli paikoitellen sula. Tosiasiassa materiaalin pienempään ku-

lukseen vaikutti myös se, että väylällä oli lastuja runsaasti edellisten levitysten jäljiltä ja tästä johtuen levitysmäärää voitiin vähentää. Nämä huomiot antavat oletuksen siitä, että mahdollisesti puulastumateriaalia kuluisi vähemmän kuin hiekkaa, koska se pysyy tietyissä olosuhteissa kauemmin toimintakykyisenä. Varmoja tästä ei kuitenkaan voida olla ilman lisätutkimuksia.

Liukkaudentorjuntamateriaalin käytöstä aiheutuvat kustannukset eivät yksin muodostu materiaalin kustannuksista. Kustannuksiin vaikuttavat ainakin levittimien, varastoinnin, harjauksen sekä mahdolliset materiaalin jälkikäsittelykustannukset. Voidaan olettaa, että puulastumateriaalin käytöllä aikaansaadaan säästöjä ainakin levityksellä harjauskustannuksissa. Levityskustannuksissa saadaan mahdollisesti säästöjä siitä, että puulastumateriaali on huomattavasti kevyempää kuin hiekka tai sepeli. Tämä laskee levittimen polttoaineen kulutusta. Laskelmien mukaan puulastumateriaali vie myös tilavuudeltaan enemmän tilaa levittimen säiliöstä, joten sitä käytettäessä ei pystytä käsittelemään yhtä pitkää väyläosuutta kuin perinteistä materiaalia käytettäessä. Puulastujen keveyden ansiosta levittimiin voitaisiin kuitenkin asentaa suurempia säiliöitä, jolloin yhdellä säiliön täytöllä käsiteltävä väyläosuus piteneisi.

Kokeilussa huomattiin, että puulastumateriaalin harjaaminen pois väylältä oli helpompaa ja nopeampaa kuin hiekan harjaaminen ja lastut olivat suurimmaksi osin kulkeutuneet pois väylältä. Harjauksen työnjälki havaittiin paremmaksi kuin vertailuväylällä. Työnjälki oli yhden harjauskerran jälkeen riittävän siisti eikä tarvetta lisäharjaukselle ollut. Havaintojen mukaan vertailuväylän harjaus olisi pitänyt tehdä kahdesti, jotta oltaisiin päästy samantasoiseen lopputulokseen. Materiaalin harjaaminen saattaa myös kuluttaa vähemmän polttoainetta, koska se on kevyempää kuin perinteiset materiaalit ja painaa näin ollen vähemmän keräävän harjan säiliössä. Edellä mainittujen huomioiden pohjalta voidaan olettaa, että lastujen käyttö saattaisi myös laskea harjauskustannuksia.

Materiaalin käytön aiheuttamia kustannuksia levityslaitteille on vaikeata arvioida tämän tutkimuksen pohjalta. Voidaan kuitenkin olettaa, että puulastumateriaali ei kuluta levittintä yhtä paljon kuin hiekka tai sora, koska se on huomattavasti pehmeämpää. Näin ollen levittimen käyttöikä piteneisi ja sen huoltokustannukset olisivat mahdollisesti pienemmät. Puulastumateriaalin käyttäminen vaatii kuitenkin levittimien muokkauksia, mikä taas lisää materiaalin käyttöönottokustannuksia. Puulastumateriaalin varastoiminen on myös kalliimpaa kuin sepelin, sillä sitä täytyy säilyttää lämmitetyssä varastossa, jottei se jäätyisi. Ero hiekoitushiekkaan ei ole yhtä suuri, sillä senkin on todettu jäätyvän kovissa pakkasissa.

Yhtenä tutkimuksen tavoitteena oli myös selvittää, voidaanko puulastuilla tarjota paremman laatuista liukkaudentorjuntaa kuin perinteisillä materiaaleilla. Tätä pyrittiin kartoittamaan tienkäyttäjäkyselyn kahdessa mielipidekysymyksessä. Toisessa kysymyksessä kysyttiin, onko puulastuilla käsitelty väylä paremman tuntuinen ja toisessa onko se miellyttävämpi käyttää. Molempiin kysymyksiin suurin osa vastaajista vastasi olevansa väittämän kanssa samaa mieltä, joten voidaan päätellä, että tienkäyttäjien mielestä puulastuilla käsitelty väylä on paremman tuntuinen ja miellyttävämpi käyttää. Useissa avoimiin kysymyksiin annetuissa vastauksissa keuhuttiin materiaalin pehmeyttä sekä miellyttävää tunnetta kengän alla. Samansuuntaisia tuloksia saatiin myös kenttäkäynneillä sekä tilaajan haastattelussa.

Liukkaudentorjunnan laatuun vaikuttaa myös väylän pito. Puulastujen tarjoaman pidon määrää pyrittiin selvittämään tienkäyttäjäkyselyn väittämällä, jossa kysyttiin olisiko tienkäyttäjien mielestä pito puulastuilla käsitellyllä väylällä parempi kuin hiekoitetulla väylällä. Tässä kysymyksessä vastaajien vastausten keskiarvo oli lähellä vastausvaihtoehto ”ei samaa eikä eri mieltä”. Tämän perusteella voidaan todeta, ettei pito tienkäyttäjien mielestä ollut merkittävästi parempi, mutta ei myöskään huonompi kuin hiekoitetulla väylällä.

Tutkimuksissa todettiin materiaalin painumisen polanteeseen olevan hitaampaa ja vähäisempää kuin hiekan tai soran. Toisaalta huomattiin, että ajan kuluessa myös puulastu painuvat polanteeseen. Puulastujen todettiin painuvan enemmän lumisissa kuin jäisissä kohdissa, koska lumiset kohdat ovat pehmeämpi jolloin painumista tapahtuu herkemmin. Tästä johtuen voidaan todeta materiaalin torjuvan liukkautta kauemmin kuin perinteisten materiaalien. Lastujen painuminen vaatisi kuitenkin vielä lisätutkimuksia, sillä nyt tehdyissä tutkimuksissa ei saatu selville sitä kuinka kauan materiaali pysyy toimintakykyisenä.

Tehtyjen tutkimusten perusteella voidaan todeta, että puulastujen käytöllä voitaisiin vähentää kevätpölyn määrää huomattavasti. Tämä selittyy sillä, että puulastut eivät muodosta pölyä kuten hiekka tai sepeli. Lastujen vähäpölyisyys käy ilmi myös tienkäyttäjien ja tilaajan antamassa palautteessa. Kevätpölyn määrän vähentämisellä olisi suuri vaikutus erityisesti kaupunkien ja suurien taajamien ilmanlaadulle, joka keväisin huononee pölystä johtuen. Kevätpölyn määrän vähenemisellä olisi erityisesti merkitystä ihmisille, jotka ovat herkkiä pölyn aiheuttamille haitoille.

5.2 Puulastuille soveltuvat käyttökohteet

Tutkimusten tulosten perusteella voidaan todeta, että lastut soveltuvat parhaiten käytettäväksi kohteissa, joissa ne eivät pääse kulkeutumaan helposti. Tällaisia kohteita ovat muun muassa autoteistä erillään kulkevat kevyen liikenteen väylät. Erillisillä kevyen liikenteen väylillä lastut eivät kulkeudu yhtä helposti ohi ajavien autojen aiheuttaman ilmajarran sekä niiden roiskuttaman veden vaikutuksesta. Lisäksi todettiin, että myös voimakas tuuli voi paikoitellen siirtää lastuja. Lastujen käytölle parhaita kohteita ovatkin tuulettomat, puiden tai muiden kasvustojen suojaamat kevyen liikenteen väylät.

Puulastujen käyttöä voitaisiin suositella erityisesti jalkakäytävillä, kävelykaduille, julkisille paikoille ja piha-alueille. Tehtyjen tutkimusten perusteella voidaan todeta, että puulastut toimivat paremmin liukkauden torjunnassa kävelijöiden kuin pyöräilijöiden näkökulmasta. Pyöräilijät liikkuvat suuremmalla nopeudella ja niiden kosketuspinta väylän on paljon pienempi kuin kävelijöiden, joten ne vaativat myös liukkaudentorjunnalta parempaa kitkaa. Tienkäyttäjäkyselyjen vastauksista voitiin myös päätellä pyöräilijöiden suhtautuvan menetelmään negatiivisemmin. Tutkimustulosten perusteella voidaan myös todeta, etteivät puulastut sovellu käytettäväksi ajoradoilla, koska autojen aiheuttama ilmajarrus kuljettaisi ne nopeasti pois väylältä.

Lastujen pölisemättömyys toisi myös suurimman edun silloin, kun niitä käytettäisiin kaupunkien keskustoissa sekä suurissa taajamissa, missä pölyhaitatkin ovat suurimpia. Kaupunkien keskustoissa on myös keskimääräisesti lämpimämpää, mikä aiheuttaa sen, että sulamista ja jäätymistä tapahtuu oletettavasti enemmän. Tämä taas toisi lastujen hyvät ominaisuudet paremmin esille ja niin ollen tukisi niiden käyttöä.

5.3 Kehitysideat

Materiaalin käytöstä tehty tutkimus oli laatuaan ensimmäinen Suomessa. Muissakin maissa materiaalin käyttöä on tutkittu pääasiassa vain tuotteen valmistajan toimesta. Aiheesta tehdyn vähän tutkimuksen takia tutkimuksen aikana syntyi paljon ideoita jatkotutkimuksille sekä siihen miten materiaalin käyttöä voitaisiin mahdollisesti kehittää.

Tulevaisuudessa yksi tärkeimmistä, jos ei tärkein, tutkimuskohde olisi materiaalin valmistamismenetelmän kehittäminen sekä lastujen valmistusmahdollisuuksien kar-toittaminen Suomessa. Tässä tutkimuksessa esitettyjen laskujen perusteella voidaan todeta, ettei materiaalin kuljettaminen Suomeen ole taloudellisesti kannattavaa suu-rista kuljetuskustannuksista ja ympäristökuormituksesta johtuen. Tämän takia tule-vaaisuudessa tulisikin pyrkiä kehittämään materiaalin valmistusprosessia Suomessa ja pohtia minkälaisesta materiaalista lastujen valmistaminen on kannattavaa. Lastut tulisi pyrkiä valmistamaan sellaisesta materiaalista, joka ei kelpaa muulle puuteolli-suudelle. Tällöin pystyttäisiin hyödyntämään nykyistä paremmin ylijäämäpuu sekä kierrättämään puuta tehokkaasti.

Tärkeä tutkimuskohde tulevaisuudessa olisi myös materiaalin optimaalisen levitys-määrän sekä ajankohdan selvittäminen. Materiaalin levitysmäärää tulisi muuttaa sen mukaan, kuinka paljon väylällä on lastuja ennestään. Tällä saataisiin aikaan säästöjä materiaalin kulutuksessa. Sopivan lastujen levitysajankohdan löytämiseksi tulisi myös tehdä lisätutkimuksia. Nyt tehdyssä tutkimuksessa havaittiin lastun kiinnitty-miseen kuluvan ajan vaihtelevan lämpötilasta riippuen. Tutkimuksissa huomattiin, että mitä lämpimämpi sää oli sitä hitaammin ja huonommin lastut kiinnittyivät. Yleensä kevyen liikenteen väylien käyttäjämäärät ovat suurimmillaan aamuisin ja il-tapäivisin. Tällöin sopiva lastujen levitysajankohta voisi olla edellisenä iltana tai yö-nä. Tällä pystyttäisiin varmistamaan se, että lastut olisivat kiinnittyneet väylän pin-taan aamuun ja työpaikkaliikenteen alkamiseen mennessä.

Lastujen levittäminen useita tunteja ennen suurimpia käyttäjähuippuja ei ole kuiten-kaan täysin ongelmaton. Sääennusteita tulisi tarkastella ennen levityksen tekemis-tä, sillä jos yön aikana olisi luvassa lumisadetta, ei lastujen levittäminen illalla olisi järkevää, koska lastut hautautuisivat lumeen ja kulkeutuisivat seuraavan auruksen mukana pois väylältä. Tämä tarkoittaa sitä, että liukkaudentorjuntaa tekevien yritys-ten olisi osittain muokattava käsitystään liukkaudentorjunnan tekemisestä sekä pys-tyttävä muuttamaan toimintatapojaan. Nykyään hiekoitus tehdään yleensä aamuisin ennen ruuhkahuippuja, siksi ettei hiekoitusmateriaali ehtisi painua polanteeseen en-nen liikenteen vilkastumista. Puumateriaali käytettäessä tämä ei kuitenkaan olisi on-gelma, sillä lastut painuvat polanteeseen hitaammin.

Menetelmää tulisi tulevaisuudessa testata vielä enemmän erilaisissa olosuhteissa. Nyt tehdyissä tutkimuksissa saatiin hyvä käsitys siitä millaisissa sääolosuhteissa menetelmää toimii tai ei toimi, mutta tulevaisuudessa tulisi kiinnittää enemmän huomiota siihen millaisissa paikoissa ja tilanteissa materiaalia voidaan käyttää. Tule-vaaisuudessa voitaisiin järjestää kokeilu, jossa lastujen toimintaa tutkittaisiin erilaisi-sa paikoissa, kuten kaupungin keskustassa, jalkakäytävällä, mäessä ja syrjäisellä ke-vyen liikenteen väylällä. Tällä tavalla saataisiin parempi käsitys materiaalin soveltu-vuudesta erilaisiin paikkoihin ja niissä vallitseviin olosuhteisiin. Lisäksi voitaisiin pohtia puulastujen ja perinteisten liukkaudentorjuntamenetelmien käyttöä rinnakkain

sääolosuhteista riippuen. Tämä molempien menetelmien käyttäminen ei kuitenkaan poistaisi perinteisten menetelmien käyttöön liittyviä ongelmia, joskin se oletettavasti vähentäisi niitä.

6 Yhteenveto

Työn aiheena oli selvittää puulastujen käyttömahdollisuuksia kevyen liikenteen väylien liukkauden torjunnassa. Puulastujen toimivuutta tutkittiin järjestämällä liukkaudentorjuntakokeilu Oulussa talvikaudella 2014–2015. Liukkaudentorjunnan toimivuutta kartoitettiin kenttäkäynneillä, urakoitsijan sekä tilaajan havainnoilla ja tienkäyttäjäkyselyn avulla. Tulosten pohjalta tehtiin johtopäätökset menetelmän eduista ja rajoitteista sekä siitä millaisissa tilanteissa lastujen käyttäminen on järkevää.

Tutkimustulosten perusteella menetelmän eduiksi voidaan listata sen ekologisuus, vähä pölyisyys, hyvä pito paljaalla asfaltilla, miellyttävämpi ja pehmeämpi tuntuma sekä se ettei se riko polkupyöränrenkaita yhtä helposti kuin sepeli. Materiaalin vähäpölyisyys havaittiin erityisesti väylän sulaessa sekä keväällä tehdyn harjauksen yhteydessä. Kenttäkäynneillä havaittiin lastuilla käsitellyn kokeiluväylän pölisevän huomattavasti vähemmän kuin perinteisesti käsitelty vertailuväylä. Tehtyjen kenttäkäyntien ja tilaajan huomioiden lisäksi suurin osa kyselyyn vastanneista oli sitä mieltä, että lastut eivät tunnu paljaalla asfaltilla yhtä liukkaalta kuin sora. Lastun litteän muodon ansiosta ne eivät pyöri kengän tai polkupyöränrenkaan alla, jolloin ne eivät tunnu yhtä liukkaalta paljaan asfaltin päällä.

Kyselyssä selvisi myös, että suurin osa vastaajista oli sitä mieltä, että lastut tuntuivat miellyttävältä ja pehmeältä. Vastaajien mukaan väylä oli myös miellyttävämpi käyttää kuin hiekoitettu väylä. Lisäksi voidaan todeta menetelmän olevan ekologinen, sillä puu on uusiutuva luonnonvara ja se hajoaa luonnossa biologisesti. Puulastujen eduksi voidaan laskea myös niiden laajat uudelleenkäyttäm mahdollisuudet. Puulastuja voidaan käyttää energian tuotantoon tai kompostointiin, mutta niistä voitaisiin myös mahdollisesti valmistaa muun muassa lastulevyä. Tehtyjen tutkimusten perusteella ei kuitenkaan voida todistaa sitä, että puulastut rikkoisivat vähemmän polkupyörän renkaita kuin sora. Voidaan kuitenkin olettaa, että näin on, sillä puulastut ovat huomattavasti soraa pehmeämpiä eivätkä yhtä terävereunaisia.

Menetelmän rajoitteita ovat sen korkea hinta, jäätyminen kylmässä varastossa, se ettei levittäminen ole mahdollista kaikilla levittimillä, heikko väylään kiinnittyminen lämpötilan ollessa nollan yläpuolella sekä voimakas kulkeutuminen tietyissä olosuhteissa. Työssä esitettyjen laskujen pohjalta voidaan todeta puulastumateriaalin käytön olevan noin kahdeksan kertaa kalliimpaa kuin hiekoituksen. Todellisten kustannusten arvioiminen on kuitenkin hankalaa, sillä tiedossa ei ole kuinka paljon materiaalin valmistaminen Suomessa maksaisi. Puulastujen todettiin jäätyvän kylmässä varastossa, jolloin niiden levittäminen oli mahdotonta. Ongelma kuitenkin ratkaistiin säilyttämällä materiaalia lämmitetyssä varastossa. Puulastujen raekoko on hiekkaa ja sepeliä isompi, mistä johtuen niiden levittäminen ei ole mahdollista kaikilla käytössä olevilla levityslaitteilla. Useita levityslaitteita pystytään kuitenkin muokkaamaan niin, että lastujen levitys on niiden avulla mahdollista.

Puulastujen todettiin toimivat parhaiten liukkauden torjunnassa silloin, kun lämpötila oli nollassa tai sen alapuolella. Tällöin lastut kiinnittyivät väylän pintaan hyvin ja nopeasti sekä tarjosivat riittävän pidon. Huonommin lastut taas kiinnittyivät väylään, kun lämpötila oli nollan yläpuolella, koska tällöin lastut jäätyivät kiinni polanteeseen hitaammin. Lastujen voimakas kulkeutuminen havaittiin ongelmalliseksi tietyissä olosuhteissa. Lastujen todettiin kulkeutuvan erityisesti tuuleen sekä autojen aiheuttaman ilmapvirran ja roiskuttaman veden vaikutuksesta. Lastujen kulkeutuminen oli

ongelmallista, koska siitä johtuen lastujen määrä tietyissä kohdissa väylää oli liian vähäinen. Tästä johtuen todettiin lastut sopivan parhaiten käytettäväksi kevyen liikenteen väylille, jotka eivät kulje autotien välittömässä läheisyydessä.

Saatujen tutkimus tulosten perusteella voidaan todeta menetelmän etujen olevan sen haittoja suuremmat, joten on syytä uskoa sen nousevan tulevaisuudessa yhdeksi varteen otettavaksi liukkaudentorjuntamenetelmäksi perinteisten menetelmien rinnalle. Menetelmän laajempi käyttöön otto vaatii kuitenkin asenteen muutoksen liukkaudentorjunnan käytännön toteuttamiseen sekä hyvin toimivan materiaalin valmistus- ja jakeluverkoston. Kun materiaalin valmistus- ja kuljetuskustannukset saadaan minimoitua, ei sen jälkeen ole enää näkyvissä esteitä menetelmän laajamittaiselle käytölle.

Lähdeluettelo

Cypra T (2014) Modern Winter Service in Switzerland – Results and examples of Swiss expert commission of VSS-research and standardization in the field of road and transportation. Switzerland, 8 s.

Hallikas A-M (2003), Hiekoitusmateriaalien käsittely ja kierrättäminen, Tiivistelmä, Tielikelaitos, 8 s.

Karhu Jaakko (2015) YIT Rakennus Oy Infrapalvelut, Oulun alueurakka 2012–2017, Sähköpostikeskustelu 3/2015

Koponen P (2012) Talven hiekoitussepelit kerätään uusiokäyttöön maarakentamisen pohjaksi. YLE uutiset, Etelä-Savo http://yle.fi/uutiset/talven_hiekoitussepelit_kerataan_uusiokayttoon_maarakentamisen_pohjaksi/6072348 [16.6.2015]

Mucaria J (2014) New Ecological Material For The Winter Treatment. Public works, La Chaux-de-Fonds, Switzerland, 9 s.

Turtschy J-C & Mucaria J (2010) Pat. US/2010/0227168 Method For The Preparation Of A Granulate For The Treatment Of Snow-Covered And/Or Icy Surface. Ville de la Chaux-de-Fonds (Appl. US 12/715,901, 2.3.2010. Pulb. 9.9.2010. 2s. Saatavissa: <http://www.google.com/patents/US20100227168>

Pirhonen I, Heräjärvi H, Saukkola P, Rätty T & Verkasalo E (2011) Puutuotteiden kierrätys, Finnish Wood Research Oy:n osarahoittama esiselvityshankkeen loppuraportti, Metlan työraportteja 191, 66 s. ISBN 978-951-40-2284-5 (PDF) Saatavissa: <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2011/mwp191.pdf>

Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus (2013) Talvihoito kevyen liikenteen väylillä 1.10.2013 [verkkajulkaisu] Saatavissa: http://www.ely-keskus.fi/documents/10191/256180/Talvihoito_Oulun_seutu.pdf/6b37e30d-fb24-468a-9127-2969596e0a6

Queloz Carine (2015) Hallinnollinen avustaja, City of La Chaux-de-Fonds, Sähköpostikeskustelu 1/2015

Rudus (2015) Etusivu, Tuotteet ja kauppa, kiviainekset, sepelit, hiekoitussepeli, <http://www.rudus.fi/tuotteet-ja-kauppa/kiviainekset/sepelit/3188/36-hiekoitussepeli> [7.8.2015]

Stop Ice (2015) Stop Gliss Bio®. <http://www.stopice.ch/> [21.4.2015]

Suomen Pankki (2015) Valuuttakurssit, kuukauden keskiarvo, CHF, Syyskuu 2014. http://www.suomenpankki.fi/fi/tilastot/valuuttakurssit/Pages/tilastot_valuuttakurssit_valuuttakurssit_short_fi.aspx?params=ValueSelect,CHF [9.6.2015]

Ventoniemen sora Oy (2015) Kiviainesmyynti, soralaadut, Hiekoitus hiekat ja -sepelit <http://www.ventoniemi.fi/sora/soralaadut.php> [16.7.2015]

Kyselylomake



Kokeilu puulastujen käytöstä kevyen liikenteen väylien liukkauden torjunnassa Äimärautioltalta, Lentokentäntien ja Limingantien risteytykseen.

Tienkäyttäjäkysely:

1. Syntymävuosi _____

2. Kuinka usein käytät kyseistä kevyen liikenteen väylää?

- ☐ Päivittäin
- ☐ Arkisin
- ☐ Muutaman kerran viikossa
- ☐ Muutaman kerran kuukaudessa
- ☐ Harvemmin kuin kerran kuukaudessa

3. Millä yleensä liikut kyseisellä kevyen liikenteen väylällä?

- ☐ Polkupyörällä
- ☐ Kävellessä
- ☐ Muu: _____

4. Arvioi seuraavia väittämiä:

	Täysin samaa mieltä	Jokseenkin samaa mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Jokseenkin eri mieltä	Täysin eri mieltä	Ei kokemuksia asiasta
Pito väylällä on parempi kuin hiekoitetulla tiellä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pito väylällä on ollut hyvä lumisateella	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pito väylällä on ollut hyvä pakkasella	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pito väylällä on ollut hyvä lämpötilan ollessa nolla	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



	Täysin samaa mieltä	Jokseenkin samaa mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Jokseenkin eri mieltä	Täysin eri mieltä	Ei kokemuksia asiasta
Pito väylällä on ollut hyvä lämpötilan ollessa plussalla	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lastujen määrä on ollut riittävä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lastut eivät tunnu yhtä liukkaalta paljaalla asfaltilla kuin sora	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Puulastuilla käsitelty väylä on paremman tuntuinen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Puulastuilla käsitelty väylä on miellyttävämpi käyttää	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Oletko havainnut jotakin sellaista tilannetta/sääolosuhdetta, jossa puulastu ei toimi liukkauden torjunnassa?

6. Muuta kommentoitavaa:

Sähköinen kyselylomake

Kokeilu puulastujen käytöstä kevyen liikenteen väylien liukkauden torjunnassa Äimärautiolta, Lentokentäntien ja Limingantien risteytykseen.

Tienkäyttäjäkysely:

***Pakollinen**

1. Syntymävuosi *

2. Kuinka usein käytät kyseistä kevyen liikenteen väylää? *

- ☐ Päivittäin
- ☐ Arkisin
- ☐ Muutaman kerran viikossa
- ☐ Muutaman kerran kuukaudessa
- ☐ Harvemmin kuin kerran kuukaudessa

3. Millä yleensä liikut kyseisellä kevyen liikenteen väylällä? *

- ☐ Polkupyörällä
- ☐ Kävelen
- ☐ Muu:

4. Arvioi seuraavia väittämiä: *

	Täysin samaa mieltä	Jokseenkin samaa mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Jokseenkin eri mieltä	Täysin eri mieltä	Ei kokemuksia asiasta
Pito väylällä on parempi kuin hiekoitetulla tiellä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pito väylällä on ollut hyvä lumisateella	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pito väylällä on ollut hyvä pakkasella	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pito väylällä on ollut hyvä lämpötilan ollessa nolla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Pito väylällä on ollut hyvä lämpötilan ollessa plussalla	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lastujen määrä on ollut riittävä	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lastut eivät tunnu yhtä liukkaalta paljaalla asfaltilla kuin sora	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Puulastuilla käsitelty väylä on paremman tuntuinen	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Puulastuilla käsitelty väylä on miellyttävämpi käyttää	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. Oletko havainnut jotakin sellaista tilannetta/sääolosuhdetta, jossa puulastu ei toimi liukkauden torjunnassa?

6. Muuta kommentoitavaa:

Lähetä

100 %. Sait sen valmiiksi.

Älä koskaan lähetä salasanaa Google Formsin kautta.

Palvelun tarjoaa

Google ei ole luonut tai hyväksynyt tätä sisältöä.

[Ilmoita väärinkäytöstä](#) - [Palveluehdot](#) - [Lisäehdot](#)

Tienkäyttäjäkyselyn mielipidekysymysten tarkat vastausmäärät

Taulukko 1. Tienkäyttäjäkyselyn mielipidekysymysten tarkat vastausmäärät

	Täysin samaa mieltä	Jokseenkin samaa mieltä	Ei samaa eikä eri mieltä	Jokseenkin eri mieltä	Täysin eri mieltä	Ei kokemuksia asiasta	Yht.
Pito väylällä on parempi kuin hiekoitetulla tiellä	18	34	16	9	15	5	97
Pito väylällä on ollut hyvä lumisateella	29	30	8	8	7	15	97
Pito väylällä on ollut hyvä pakkasella	42	23	5	8	8	11	97
Pito väylällä on ollut hyvä lämpötilan ollessa nolla	27	27	11	9	13	10	97
Pito väylällä on ollut hyvä lämpötilan ollessa plussalla	29	31	11	10	11	5	97
Lastujen määrä on ollut riittävä	24	36	9	12	13	3	97
Lastut eivät tunnu yhtä liukkaalta paljaalla asfaltilla kuin sora	46	22	8	6	8	7	97
Puulastuilla käsitelty väylä on paremman tuntuinen	37	29	10	2	16	3	97
Puulastuilla käsitelty väylä on miellyttävämpi käyttää	45	19	9	5	15	4	97

Tienkäyttäjäkyselyn avointen kysymysten vastaukset

Taulukko 1. Vastaukset kysymykseen viisi jaoteltuna ryhmiin (positiiviset)

Yhteenveto:	Oletko havainnut jotakin sellaista tilannetta/sääolosuhdetta, jossa puulastu ei toimi liukkauden torjunnassa?
En ole havainnut sellaista tilannetta/sääolosuhdetta, jossa puulastu ei toimi liukkauden torjunnassa. (9 kpl)	<p>en</p> <p>en</p> <p>En</p> <p>en</p> <p>En</p> <p>En</p> <p>En ole</p> <p>En ole havainnut.</p> <p>En ole. Ei mikään toimi peili jäällä. Minä tykkään, että tämä on parempi kuin hiekka</p>
Sekalaisia huomioita ja parannusehdotuksia (2 kpl)	<p><i>Omakotiasujana olen käyttänyt pihallani jo vuosia positiivisin tuloksin. Keväisin ei tarvitse lakaista pois, koska vesisade hoitaa sen luonnonmukaisesti nurmikolle.</i></p> <p>Pahimpien säiden aikaan, jolloin jään päällä on ollut vettä ei pito ole ollut mitenkään parhaimmillaan, mutta silti huomattavasti parempi kuin hiekan kanssa.</p>

Taulukko 2. Vastaukset kysymykseen viisi jaoteltuna ryhmiin (negatiiviset)

Yhteenveto:	Oletko havainnut jotakin sellaista tilannetta/sääolosuhdetta, jossa puulastu ei toimi liukkauden torjunnassa?
Autoteiltä roiskuva vesi ja tuuli siirtävät lastuja. (9 kpl)	<p>Autotieltä roiskuva vesi oli huuhdellut puulastut pois. Niillä kohdin oli tosi liukasta. Tytär kaatuikin niissä kohdin muutaman kerran.</p> <p><i>Autotien vieressä sillan molemmin puolin auton roiskima vesi huuhtoo puulastut pois pyörätieltä. Jolloin tulee paljaita jääkohtia pyörätiehen...</i></p> <p>Liukuvat tien reunalle, pois ajoradalta.</p> <p><i>kevällä lastut kasautuvat sulamisvesien mukana. näin ei käy hiekalla</i></p> <p>Kova tuuli oli puhaltanut lastut tien syrjään ja meinasin kaatua liukkaalla, kun en osannut varautua niiden loppumiseen. Lastuihin ei voi aina luottaa!</p> <p><i>kova tuuli siirtää lastut pientareelle ja sama ongelma kun vettä sataa jään päälle, niin liukuvat pientareelle</i></p> <p>tuuli kasaa lastut</p> <p><i>Mahdollisesti kova tuuli oli puhaltanut pakkasella lastuja jonkin verran pyörätien reunoille</i></p> <p>Pelijäältä tuuli puhaltaa lastut pois</p>
Jäisillä keleillä lastut eivät toimi (4 kpl)	<p><i>jää pinnalla</i></p> <p>jäätikkökeleillä</p> <p><i>Kun on liukasta, eli peili jää niin silloin ei toimi. Ei pysy lastut paikallaan liukkaalla</i></p>

<p>Vesisateella, veden ollessa jään päällä lastut eivät toimi (11 kpl)</p>	<p><i>jää jonka päällä vesi</i> jos tienpinta on jäinen, ja sataa vettä. lastut huuhtoutuvat tien reunaan. <i>vesi jään päällä</i> vesijäätiköllä kulkeutuvat epätasaisesti tielle <i>vesisateella</i> vesisateella, lastun "kelluessa" ... <i>Vesi sade ja aivan peili jää. Silloin ei toimi.</i> Vesisateella menee tien reunoille sekä tuuli kuljettaa pois myös. Erityisesti Äimäraution risteys on hankala paikka ja liukas. <i>Tilanteessa, jossa tiellä on jään päällä paljon vettä.</i> Tosi liukas kun vettä vähänkin pinnalla kun vaihtui sitten murskaan tai hiekkaan pito todella!!!! parempi. Varsinkin alikulkusillat todella huonoja kulkea kun lastua <i>Pari viikkoa sitten kun oli tie jäässä ja vettä jään pinnalla lastu ei pitänyt alkuunkaan vaan liukui jään päällä tai oli sen alla.</i></p>
<p>Lämpötilan ollessa plussa lastut eivät toimi (4 kpl)</p>	<p>plussakelit <i>plusasta miinukseen</i> Muuten on ollut hyvä, mutta kun plussa kelillä jäätyy peiliksi niin silloin liukas. <i>Maaliskuun alussa kun sää muuttunut plussalta pakkaselle ja pinta muutenkin jäässä, niin lastujen jäätyessä tienpinnalle on pinta ollut tosi liukas</i></p>
<p>Lastujen painuessa polanteeseen (4 kpl)</p>	<p>Sillon kun ne jäävät jään alle <i>Erittäin huono on ollut. Lastu menee heti jään alle ja sitten on vain liukas jääkerros.</i> Erittäin huonossa kunnossa oli tie kevään aikana. Tie oli kuin peili ja lastuja ei ollut todellakaan tarpeeksi. Ja ne olivat myös painuneet jään alle. <i>Keväällä lastukin jäätyy yli ja muutamana päivänä oli tosi liukasta. Liukasta oli tietysti muuallakin.</i></p>
<p>Sekalaisia huomioita ja parannusehdotuksia (10 kpl)</p>	<p>Viime viikkojen yöpakkaset jäädyttävät loskan, jossa puulastukin uppoaa. Monin paikoin puulastuja ei ole jään pinnalla ollenkaan, jolloin pinta on todella, todella liukas. <i>Polkupyöräileessä lastut eivät toimi yhtään liukkaalla tiellä. Pyörän jarrutus matka pidempi lastujen kanssa kuin hiekan.</i> ei toimi millää säällä <i>pakkanen</i> Liukastuminen/kaatuminen Tokmannin alikulussa <i>Levitys on epätasainen. Lastuja on joissain kohdissa liian vähän.</i> kun tuli sulakeli niin siinä ei pysynyt pystyssä kävellen eikä pyörällä. <i>Erittäin huono. Lastuja liian vähän eivätkä ne pidä tarpeeksi hyvin. Kun jatkaa eteenpäin lentokentäntien alikulusta niin paljon parempi on ollut koko talven. Ei pelota niinkuin tällä puulastu patkällä.</i> alikulku ongelma, lastu ei puredu uuden jään pinnassa, kuten kivi joten alamäet olivat liukkaat. <i>Auringon lämmittäessä lastujen kohdalta lumi ja jää sulii nopeasti ja lastut jäivät ns. kuoppaan. Ilman jälleen pakastuessa ja kulkuväylän jäätyessä kulkuväylät olivat liukkaaita. Lastut olivat jääneet liian syvälle, jotta ne olisivat yltäneet ympärillä olevan jää ja lumikerroksen yläpuolelle.</i></p>

Taulukko 3. Vastaukset kysymykseen kuusi jaoteltuna ryhmiin (positiiviset)

Yhteenveto:	Muuta kommentoitavaa:
Ei pölise, eikä aiheuta hengitys vaikeuksia (6 kpl)	<p>allergioiden on miellyttävää, kun ei pölise.</p> <p><i>Eikä näin kävällä pölise.</i></p> <p>ja kuulostaa hyvältä, että myös keväällä pölyhaitat olisi vähäisemmät <i>Hengittämiselle parempi kuin hiekka!</i></p> <p>Hyvä kun ei pölise.</p> <p><i>puulastu ei pölise niin pahasti kuin sora.</i></p>
Miellyttävämpi ja pehmeämpi käyttää sekä paremman näköinen (11 kpl)	<p>Jalan alla pehmeempi kävellä.</p> <p><i>pehmeä, miellyttävä alusta</i></p> <p>Olen kävellyt pääasiassa pelkästään Icebug-nastapohjakengillä ja niillä on ehdottomasti miellyttävämpi kävellä lastuilla kuin pikusoralla. Kiitos!</p> <p><i>Mutta uskon myös lastuihin, ovat tuntuneet mukavilta</i></p> <p>Hyvä ja miellyttävä on kävellä</p> <p><i>Lisäksi puulastalla mukavampi/pehmeämpi kävellä</i></p> <p>Kävelin viime sunnuntaina 15.3.2015 ko. reitillä ja havaitsin tosi miellyttäväksi nämä puulastut. Pakkaskeleillä tai lumisateella en ole kävellyt tuolla reitillä, Lastujen pehmeys kengän alla tuntui miellyttävää ja kutienkin oli hyvin pitoa, tuolloin sunnuntaina 15.3.2015.</p> <p><i>lastu on huomattavasti miellyttävämpi soraan verrattuna (ei luista kuin sora pelkällä asfaltilla)</i></p> <p>Lastut ystävällisempi vaihtoehto, pääsääntöisesti toimii hyvin. Pyöräilen ympärivuotta työmatkat Kempele - Oulu - Kempele, kilometrejä tulee n. 5500 km</p> <p><i>Pyörätien vierustat nyt kevään tullen ovat myöskin ehdottomasti miellyttävämmät katsella lastuineen kuin sorajyvitettyt tiet ja tienvierustat</i></p> <p>Nätimmän näköistäkin mitä sora tai sepeli.</p>
Hyvä keksintö, toimivalta tuntuu, lisää kokeiluja (16 kpl)	<p><i>Hyvä keksintö</i></p> <p>Hyvä idea.</p> <p><i>Erittäin toimivalta tuntuu.</i></p> <p>Hyvä juttu, kehuja tuli myös vierailta, joiden kanssa kävelimme kyseisellä alueella.</p> <p><i>Mentelmä on mielestäni hyvä ja toimiva.</i></p> <p>Parempi kuin sorarakeet tai hiekka.</p> <p><i>Toivottavasti kokeilu laajenee.</i></p> <p>Lastut rulaa!</p> <p><i>Kannatan puulastujen käyttöönottoa!</i></p> <p>ihan loistava keksintö!</p> <p><i>Kannatan laajempaa kokeilua, tai siirtymistä kokonaan puulastuun. Ei tarvitse keväisin harjakonettaa, kun luonto hoitaa itsestään hajottaen.</i></p> <p><i>Saattaisi toimia yhtä hyvin kuin hiekka jos vielä vähän kehitetään</i></p> <p>Muuten puulastut ovat olleet todella hyvät!</p> <p><i>varsin positiivinen kokemus. Itse käytän pyörässä nastarenkaita jossa paljon nastoja.</i></p> <p>Muuten parempi kuin iso sora.</p> <p><i>Kiitos molko hyvästä huollosta pyöräteillä</i></p>

Polkupyörän renkaat eivät puhkea. (6 kpl)	<p>Polkupyörän renkaat ei puhkea</p> <p><i>Säästyy paikkuulta kiitos säästää polkupyörän renkaita</i></p> <p><i>On hyvä, koska ei puhko renkaita niinkuin sora.</i></p> <p>Ei puhko renkaita</p> <p><i>Ei oo menny yhtään rengasta pyörästä,</i></p>
Sekalaista palautetta ja parannusehdotuksia (10 kpl)	<p>Minusta puulastujen käyttö on etenkin aliskuluissa aivan nerokasta, ennen esimerkiksi painavien lastenvaunujen kanssa nousu liukasta mäkeä pitkin on ollut suorastaan mahdotonta/vaarallista, nyt kotiamme lähinnä olevaan alikulkuun on laitettu ja lastuja ja olen uskaltautunut käydä kävelyllä/nousta bussipysäkille ilman ongelmia myös hyvin liukkaissa sääolosuhteissa</p> <p><i>Nyt kun kelit ovat lämmenneet on puulastut hyviä sillä ne "siistiytävät" pyörätieltä sora tehokkaammin.</i></p> <p>Tämä lastuhomma on tosi hyvä keksintö. Kunhan saadaan valmistettua Suomessa, suomalaisesta puusta niin kyllä kelpaa käyttää</p> <p><i>lasten pulkan, potkurin ja rattikelkan luisto</i></p> <p>Liikun paljon kyseisellä väylällä myös pyörällä ja puulastu liukkauden torjuntaa on pyöräilijälle paras keksintö sitten pyörän keksimisen, ei luista kääntyessä eturenkaan alla ym.</p> <p><i>lastut ja sora yhdessä tosi hyvä</i></p> <p>Toinen miellyttävä seikka on se, että lahkeet ei rapakon puulattia ja pyörät tykkää. etenkin vaihteet, jarrut ja ketju kiittää.</p> <p><i>hiekote kulkeutuu kengissä sisälle ja lattia kärsii. Puulastujen kanssa tätä ongelmaa ei ole.</i></p> <p>Hieman yllättäen vähäisempi lastujen määrä (per m2) antoi paremman pidon tunteen ja luottamuksen pitoon kuin normaali hiekoitus-hiekka. Näin siis ainakin maastokuvioidulla renkaalla ja pääkallojäätiköllä.</p> <p><i>Kevyempi pyörällä teiden ollessa märkinä kuin hiekoitetut pyörätiet.</i></p> <p><i>Kokeilua voisi laajentaa toisiin kaupungin osiin</i></p>

Taulukko 4. Vastaukset kysymykseen kuusi jaoteltuna ryhmiin (negatiiviset)

Yhteenveto:	Muuta kommentoitavaa:
Ei ole parempi kuin hiekoitus (3 kpl)	<p>ei ole hiekoitusta parempi</p> <p><i>Hiekoitus takaisin ensi talvena ja puu lastut jäihin.</i></p> <p>Perinteinen hiekka on pyöräilijälle parempi vaihtoehto.</p>
Puulastut ovat liian suuri kokoista (3 kpl)	<p><i>Olen muuten ollut tyytyväinen, mutta joskus tuntuu että hake on liian suuri kokoista</i></p> <p>kun on lunta pyörällä ajaminen puulastujen päällä tärisyttää pyörää enemmän kuin sora.</p> <p><i>Lastujen koko on liian suurta. Pyöräily on pomppivaa. Sen matkan ajaa juuri ja juuri, mutta jos matka olisi pitempi ilo pyöräilystä loppuisi pian</i></p>
Lastut siirtyvät herkästi, levitys on epätasainen (4 kpl)	<p>lastu litteä, joten helposti liukuu pois liukkaasta kohdasta</p> <p><i>Aura, pyörät ja/tai tuuli? siirtää lastut tien sivuun herkemmin, näin keväällä paljaalla asfaltilla lastuja ei juuri enään ole mutta ei haittaa jos asfaltti pysyy kuivana eikä jäädy yöllä, jos jäätyy niin lastuja käytävä lisäämässä, murskeella ei tätä tarvi tehdä koska mursetta usein paksu kerros talven jäljiltä</i></p>

	<p>Puulastut olivat enimmäkseen ihan pyörätien ihan reunoilla. Paikkapaikoin keskellä ei mitään liukkaudenestoa.</p> <p><i>Lastut leviävät epätasaisesti ja niitä pitäisi olla reilummin, että ne toimisivat koko pyörätien matkalla tehokkaasti liukkauden torjunnassa</i></p>
Kaltevat kohdat eivät pidä (2 kpl)	<p>kyseisellä välillä vieläkin vaarallinen liukas riteys. äimäraution pyörätien nousukohdassa. tähän huomioikaa vieläkin jotain jyrkähkössä mäessä alapäin mentäessä ei pitoa liukkaila keleillä lainkaan...pelottavaa ollut kulkea tällä pätkällä nimenomaan liukkaiden aikaan! seuraava mäki joka hiekoitetu, oli paljon turvallisemmän tuntuinen,saattoi jopa ajaa pyörällä,ei tarvinnut taluttaa...</p>
Sekalaista palautetta ja parannusehdotuksia (8 kpl)	<p>menee mössöksi kun kastuu</p> <p><i>suolaa p;le</i></p> <p>Pyörästä puhkesi kumi kun oli niin teräviä piikkejä lastuissa ja ajaminen hankalaa kun purut oli niin isoja muhkuroita. Kannattaisiko kokeilla mieluummin keskustassa missä on paljon liikennettä?</p> <p><i>Asun aivan tien varrella ja olen käyttänyt tietä koko talven joka päivä. Lastu hyvä muuten, mutta huono silloin kun sulaa ja taas yöllä jäätyy. Silloin lastu painuu jään alle.</i></p> <p>Loppupalvelulla pyörätiellä oli pitkiä osuuksia, joissa ei ollut yhtään puulastuja. Tie oli tietysti noista kohdin todella liukas.</p> <p><i>Äimärautiolta kaupunkiin päin kaipaisin parempaa aurausta. Kevyenliikenteenväylä aurataan ja sitten ajoradalta lumet kevyenliikenteenväylälle ja siihen ne myös jää. Tähän kaipaisin muutosta, enkä varmasti ole yksin.</i></p> <p>oulunlahti kohta surkeaa oulunlahden koulukta joka suuntaan.</p> <p>Mukavaa kevään jatkoa</p> <p><i>vaarallinen kulkea</i></p>

Tutkimuspäiväkirja

Ensimmäinen kenttäkäynti kokeiluväylälle tehtiin 10.2.2015. Kenttäkäynnille päätettiin lähteä, koska väylälle oli levitetty lastuja aikaisemmin samana päivänä. Materiaalia lastutukseen käytettiin neljä kuutiota. Kenttäkäynti kokeiluväylällä tehtiin kuuden aikaan illalla ja se kesti noin tunnin. Kenttäkäynti aloitettiin Äimäraution suunnasta ja väylällä liikuttiin polkupyörällä. Sää oli tutkimuksen aikana kirkas, mutta erittäin tuulinen. Lämpötila oli viisi astetta plussalla. Väylä oli pääosin luminen, mutta joistain kohdista jäinen ja liukas.

Ensimmäinen havainto oli, että lastujen määrä oli hyvin vähäinen tutkimusalueen alkuosassa, jossa kevyen liikenteen väylä kulkee aivan autotien vieressä. Lastujen vähäinen määrä johtuu oletettavasti kovasta tuulesta ja siitä, että kevyen liikenteen väylän vieressä kulkevalla autotiellä liikkuvat autot aiheuttavat ilmavirran, joka saa lastut kulkeutumaan pois väylältä. Lisäksi todettiin, että lastut olivat joissain paikoissa hyvin kiinnittyneet polanteeseen, kun taas toisissa kohdissa huonosti. Havaittiin, että lumisissa kohdissa lastu kiinnittyivät hyvin, kun taas jäisissä kohdissa kiinnittyminen oli heikompaa. Tutkimusalueen alkupäässä Äimärautiolta lähdettäessä oli bussipysäkki, jonka kulkureitti on kalteva. Tässä kohdassa oli hyvä tarkastella lastun kiinnittymistä kaltevalla tasolla ja havaittiinkin, ettei lastu kiinnittynyt yhtä hyvin kaltevalle tasolle. Tämä saattoi kuitenkin osaksi johtua siitä, että bussipysäkillä johtava luiska oli erittäin jäinen.

Kohdissa, joissa kevyen liikenteen väylän ja autotien välissä oli oja tai metsäinen vyöhyke, lastujen määrä oli huomattavasti suurempi. Ongelmalliseksi havaittiin kohta, jossa kevyen liikenteen väylä kulkee lähellä Kempeleenlahtea. Tässä kohdassa tuuli erittäin kovasti ja väylän pinta oli usean kymmenen metrin matkalta jäinen. Lastuja oli tässä jäisessä kohdassa vähän ja ne olivat huonosti kiinnittyneet väylän pintaan. Lastut olivat myös selvästi kulkeutuneet väylän reunalle tuulen vuoksi.

Päällimmäisenä kenttäkäynnistä jäi mieleen se, että lastujen määrä väylällä vaihteli paljon riippuen paikasta. Joissain kohdissa lastuja oli tarpeeksi, kun taas joissain kohdissa liian vähän. Keskimääräisesti voidaan sanoa, että jäisissä kohdissa oli vähemmän lastuja. Tämä johtunee siitä, että lastut eivät jää niin nopeasti kiinni jäiseen pintaan vaan ne liukuvat pois jäiseltä pinnalta tuulen ja tienkäyttäjien vaikutuksesta. Ne lastut, jotka olivat kiinnittyneet väylän pintaa, tarjosivat hyvän pidon ja pysyivät kiinni polanteessa hyvin, vaikka niitä yrittikin irrottaa kengällä potkimalla tai polkupyörällä voimakkaasti jarruttamalla. Lastut eivät myöskään olleet painunut kokonaan jään alle niin kuin hiekoitus hiekalla on tapana, vaan puun pinta oli polanteen pinnan yläpuolella ja tarjosi näin ollen pitoa kengän tai polkupyörän renkaan alle.

Pito väylän lumisilla kohdilla oli lastujen tuoman kitkan myötä hyvä ja väylä oli miellyttävä käyttää. Jäiset kohdat olivat liian liukkaista miellyttävään liikkumiseen pyörällä tai kävellen. Lastujen määrä jäisissä kohdissa oli liian vähäinen ja suuri osa lastuista ei ollut kiinnittynyt kunnolla polanteeseen. Ajan kuluessa lastut saattavat kuitenkin kiinnittyä paremmin jäiseen pintaan sillä aikaa lastujen levityksestä ei ollut kulunut kuin noin kuusi tuntia. Vertailuväylää ei ollut hiekoitettu ollenkaan. Pito vertailuväylällä oli lumisissa kohdissa hyvä, mutta jäisissä kohdissa tarvetta hiekoitukselle olisi ollut.

Seuraava kenttäkäynti tehtiin heti seuraavana päivänä eli 11.2.2015 kello kahdeksantoista aikaan. Tällä kertaa väylällä liikuttiiin kävellen eikä koko tutkimusaluetta käyty läpi. Kenttäkäynnillä tarkasteltiin erityisesti Kempeleenlahden aluetta, joka oli edellisenä päivänä todettu jäiseksi ja liukkaaksi. Väylälle ei oltu levitetty lastuja edellisen levityksen jälkeen vaan seuraava levitys tapahtui myöhemmin samana iltana. Lämpötila tutkimusalueella oli noin kolme astetta plussalla ja suojakeli oli jatkunut edellisestä päivästä asti. Sää oli kirkas kuten edellisenäkin päivänä, mutta tuuli oli hieman tyyntynyt. Tutkimusten välisenä aikana ei ollut satanut vettä eikä lunta.

Kenttäkäynnillä havaittiin, että suurempi osa lastuista oli nyt kiinnittynyt polanteeseen ja pito oli keskimäärin parempi kuin edellisenä päivänä. Osa lastuista oli painunut jään pinnan alapuolelle, mutta suurin osa lastuista oli kuitenkin väylän pinnassa. Havaittiin myös, että väylän keskikohdalla oli enemmän lastuja kuin väylän reunoilla. Väylään oli muodostunut ”urat” siihen, mistä suurin osa pyöräilijöistä oli pyöräillyt. Tämä johtuu siitä, että puulastumateriaali on niin kevyttä, että se liikkuu polkupyörän aiheuttaman ilmapirran vaikutuksesta. Lastut näyttivät kiinnittyneen paremmin väylän pintaan joko lämpötilan laskun vaikutuksesta tai pidemmän vaikutusajan myötä. Kaiken kaikkiaan pito väylällä oli parempi kuin edellisenä päivänä.

Väylälle levitettiin lastuja seuraavan kerran 11.2.2015 iltana yhdeksän aikaan eli vain muutamia tunteja edellisen kenttäkäynnin jälkeen. Seuraavana päivänä 12.2.2015 tehtiin kenttäkäynti tutkimusalueelle iltana kahdeksan aikaan. Tutkimuksessa pyöräiltiin lähes koko kokeilu- sekä vertailuväylä läpi. Lämpötila oli nollan ja miinus yhden asteen välillä. Sää oli kirkas, mutta keli oli liukkaampi kuin edellisinä päivinä, sillä muodostuneet sulamisvedet olivat alkaneet jäätyä ja saivat väylien pinnat muuttumaan erittäin liukkaiksi. Tutkimuksessa todettiin, että lastujen määrä oli nyt riittävä ja pito väylällä edelliseen päivään verrattuna huomattavasti parempi. Lastut olivat myös kiinnittyneet polanteeseen paremmin kuin aikaisempina päivinä. Tähän oli luultavasti syynä edellisiä päiviä matalampi lämpötila, jonka uskotaan edesauttavan lastun kiinnittymistä polanteeseen. Edellisten kenttäkäyntien tapaan Kempeleenlahden kohta todettiin liukkaaksi ja lastut olivat selvästi kulkeutuneet tienreunaan tuulen vaikutuksesta.

Pyörällä väylällä liikkuessa kitka oli hyvä ja jarrutusmatka lyhyt. Tuntuma väylällä oli tehtyjen havaintojen perusteella parempi kuin muilla kevyen liikenteen väylillä samaan aikaan. Keli oli haastava ja väylät erittäin liukkaaita, joten lastun voidaan todeta torjuvan liukkautta näissä sääolosuhteissa varsin hyvin. Pyöräilyvauhti väylällä voitiin pitää nopeana, koska pelkoa kaatumisesta, liian pitkästä jarrutusmatkasta tai väylältä suistumisesta ei ollut. Tutkimuksen vertailuväylä oli myös hiekoitettu ja pito sillä oli hyvä.

Tutkimuskerralla huomiota herätti erityisesti se, että lastut olivat kiinnittyneet myös tien jäisimpiin osuuksiin kiinni, mitä aikaisemmin ei ole niin selvästi havaittu. Havaittiin, että osa lastuista oli tienpinnassa niin lujasti kiinni, että niitä irrottaessa lastu enemmän murtui kuin irtosi polanteesta. Tehtyjen havaintojen perusteella voidaan olettaa, että lastut kiinnittyivät paremmin kylmemmällä säällä kuin jos lämpötila oli nollan yläpuolella. Lastun kiinnittymiseen saattoi myös vaikuttaa se, että vaikutusajaka oli ollut hyvin pitkä, sillä edellisestä lastujen levityskerrasta oli kulunut jo melkein vuorokausi.

Seuraavan kenttäkäynti tutkimusalueelle tehtiin 14.2.2015. Alueella oli edellisen vuorokauden aikana satanut lunta sen verran, että lastuja ei näkynyt, mutta kuitenkin vain sen verran vähän ettei auraukselle ollut tarvetta. Lämpötila oli muutaman asteen pakkasella. Pito väylällä oli lumen ansiosta oikein hyvä, eikä tarvetta liukkaudentorjunnalle ollut.

Tutkimusalueeseen kuuluu yksi alikulkukäytävä, joka alittaa Lentokentäntien. Väylän pinta alikulkukäytävässä oli sula, mutta väylän päällä oli kuitenkin hieman kuivia puu-lastuja. Alikulkukäytävässä oli hyvä kokeilla lastujen liukkautta paljaalla asfaltilla ja todettiin, että kuivat lastut eivät tunnu yhtä liukkaalta kuin sora tai hiekka. Todettiin, ettei tutkimusalueella tarvitse vierailla ennen, kun sääolosuhteet muuttuvat niin, että liukkaudentorjuntatoimenpiteisiin tulee ryhtyä.

Seuraava kenttäkäynti alueelle tehtiin 19.2.2015. Lämpötila oli noussut suhteellisen nopeasti edellisten päivien pikkupakkasesta neljään lämpöasteeseen. Päivän aikana oli myös satanut vettä, joka oli saanut autotiet sekä kevyen liikenteen väylät muuttamaan liukkaiksi. Käynti väylälle tehtiin, koska haluttiin tarkastaa kuinka liukas kokeiluväylä oli ja oliko liukkaudentorjunnalle tarvetta. Kenttäkäynnillä todettiin, että väylä oli alkanut muuttua liukkaaksi ja tarvetta liukkaudentorjunnalle alkoi selvästi olla. Seuraava lastujen levitys väylälle tehtiinkin varhain seuraavan aamuna (20.2.2015).

Tutkimusalueella vierailtiin kävellen seuraavan kerran aamulla 20.2.2015. Lämpötila oli noin kolme astetta plussalla ja kevyen liikenteen väylät olivat jäässä kauttaaltaan paljaita kohtia lukuun ottamatta, joten liukkaudentorjunta oli perusteltua. Lämpötila oli pysytellyt noin vuorokauden plussalla ja vesisateen sekä sulamisen johdosta oli väylälle muodostunut lätäköitä. Lastujen määrä väylällä oli riittävä ja lastuja oli paikoin runsaasti.

Kenttäkäynnillä erityisesti huomiota herätti kokeiluväylän Äimäraution puoleinen osa, jossa kevyen liikenteen väylä kulkee aivan autotien vieressä. Tällä osuudella lastuja oli runsaasti ja ne olivat hyvin kiinnittyneet väylän pintaan. Lastujen määrän arviointia vaikeutti kuitenkin se, että suurin osa väylällä olevista lastuista oli vanhoja lastuja eli niitä lastuja, joita oli väylälle levitetty aikaisemmin. Silmämääräisesti arviotuna vanhat lastut olivat kiinnittyneet paremmin väylän pintaan kuin uudet lastut. Uudet lastut eivät olleet vielä ehtineet kiinnittyä, koska lastutuksesta oli kulunut vain muutamia tunteja. Seuraavana päivänä vierailtiin alueella ja todettiin lastujen selvästi paremmin kiinnittyneen väylän pintaan. Luultavasti lämpötilan laskeminen edellisen yön aikana pakkaselle oli edesauttanut lastujen kiinnittymistä.

Seuraava kenttäkäynti kokeiluväylälle tehtiin 3.3.2015. Väylän todettiin olevan jo monista kohtaa täysin tai osittain sulanut. Kenttäkäynnin aikana lämpötila oli kaksi astetta plussalla ja lämpötila oli ollut jo useita päiviä nollan yläpuolella. Edellisenä päivänä oli satanut vettä ja siitä sekä sulamisvesistä johtuen tutkimusalueelle oli muodostunut suuria vesilätäköitä.

Kenttäkäynnillä todettiin, että kohdissa joissa väylä oli vielä jään tai lumen peitossa, lastut olivat kiinnittyneet polanteeseen hyvin ja niiden tarjoama pito oli riittävä. Havaittiin, että väylän liukkaus vaihteli tutkimusalueella paljon, koska paljaat kohdat olivat pidoltaan hyviä, kun taas jäässä olevat kohdat olivat hyvinkin liukkaita. Erityisesti huomiota kiinnitti Kirjastoseurantien risteyksen kohdalla oleva loivasti nouseva kevyen liikenteen väylän osuus. Tällä kohdalla väylä oli liukas sekä märkä ja lastut

olivat painuneet polanteeseen tai liukuneet tien sivuun. Toisaalta tämä huonokuntoinen osuus oli lyhyt, jonka jälkeen väylä taas oli paljas ja hyväkuntoinen. Useissa kohdissa puulastuja oli paljaalla asfaltilla ja tällaisissa kohdissa pystyttiin arvioimaan niiden liukkaita paljaalla päällysteellä. Todettiin, puulastu ei tunnu paljaalla asfaltilla yhtä liukkaalta kuin sora tai hiekka. Vertailuväylän todettiin olevan melkein sula koko matkalta ja näin ollen liukkaudentorjunnalle ei ollut tarvetta. Ne kohdat, joissa väylä oli jäässä, olivat hiekan peitossa ja pito oli hyvä.

Kenttäkäynnillä todettiin, että lastut alkoivat painua polanteeseen sisään, koska edellisestä levityskerrasta oli kulunut jo paljon aikaa. Myös pitkään jatkunut lämmin sää saattoi osaltaan vaikuttaa lastujen painumiseen. Tarvetta lastujen levitykselle ei kuitenkaan ollut, koska liukkaita kohtia väylällä oli vain muutamia ja ne ovat pituudeltaan lyhyitä. Todettiin, että väylän kunto vaihteli paljon riippuen kohdasta ja jään määrästä. Tämä on tavallista keväisin, kun sulaminen alkaa olla jo pitkällä ja väylät ovat osittain sulia

Seuraava kenttäkäynti tehtiin iltapäivällä 9.3.2015. Sää oli aurinkoinen ja tuuli hyvin tyyni. Lämpötila oli viisi astetta nollan yläpuolella ja sää kaikin puolin kaunis ja keväinen. Tutkimusväylä oli lähes koko matkalta sula ja vain muutamissa varjoisissa tai muuten suojaisissa paikoissa oli vielä jäisiä kohtia. Käynnin tarkoituksena oli tarkastella väylän kuntoa ja sitä, kuinka suurilta osin se oli sulanut. Pito väylän lumisissa kohdissa todettiin riittäväksi ja lastujen määrä hyväksi. Huomiota herätti se, että väylän paljaissa kohdissa ei näkynyt paljoa lastuja, kun taas tien penkoissa niitä oli runsaasti. Tämä johtui siitä, että lastut olivat aurauksen mukana kulkeutuneet tien penkoihin. Väylällä ei ole kuitenkaan tehty aurausta pitkään aikaan, joten voidaan olettaa lastujen kulkeutuvan väylän reunoille muista syistä johtuen. Kävelijöiden kävellessä lastut saattavat siirtyä väylän sivulle, mutta suurin syy lienee kuitenkin pyöräilijöiden sekä tuulen aiheuttamat voimat, jotka saavat kevyen puumateriaalin liikkumaan kohti piennarta.

Kohdissa, joissa kevyen liikenteen väylä kulkee lähellä autotietä, oli myös autojen aiheuttamalla ilmavirralla vaikutusta lastujen kulkeutumiseen. Myös sulamisvedet kuljettivat lastuja pois väylältä. Havaittiin, että lastut pyrkivät kasaantumaan joihinkin kohtiin kuten asfaltissa oleviin painumiin ja halkeamiin. Tällaisia kohtia ei kokeiluväylällä kuitenkaan ollut kovin montaa, joten niistä ei aiheutunut haittaa väylän käyttäjille. Lastujen kulkeutumista pois paljaalta väylältä voidaan pitää hyvänä asiana, koska silloin ne eivät aiheuta haittaa tien käyttäjille ja väylän puhdistaminen keväisin on helpompaa, koska puhdistettavaa materiaalia on vähemmän.

Seuraava kenttäkäynti tutkimusalueelle tehtiin iltapäivällä 13.4.2015. Käynnin tarkoituksena oli tarkastella väylän kuntoa ennen kevätharjausta ja valita paikka, jossa väylän kevätharjausta tarkastellaan myöhemmin samana päivänä. Tutkimuksessa havaittiin, että väylä oli harjattu edellisenä päivänä Lentokentäntien alikulkukäytävältä Fiskarintien risteykseen asti, joten päädyttiin tarkastelemaan väylän sitä osuutta, jota ei ollut vielä harjattu. Väylän harjaamattomalla osuudella lastujen määrä väylällä oli hyvin vähäinen, lukuun ottamatta niitä kohtia, joihin lastut kasaantuivat. Väylää reunustavilla pientareilla lastuja taas oli runsaasti. Väylän pinta oli märkä koko matkalta, koska aikaisemmin samana päivänä oli satanut vettä. Sää tutkimushetkellä oli kuitenkin aurinkoinen. Lämpötila oli noin viisi astetta.

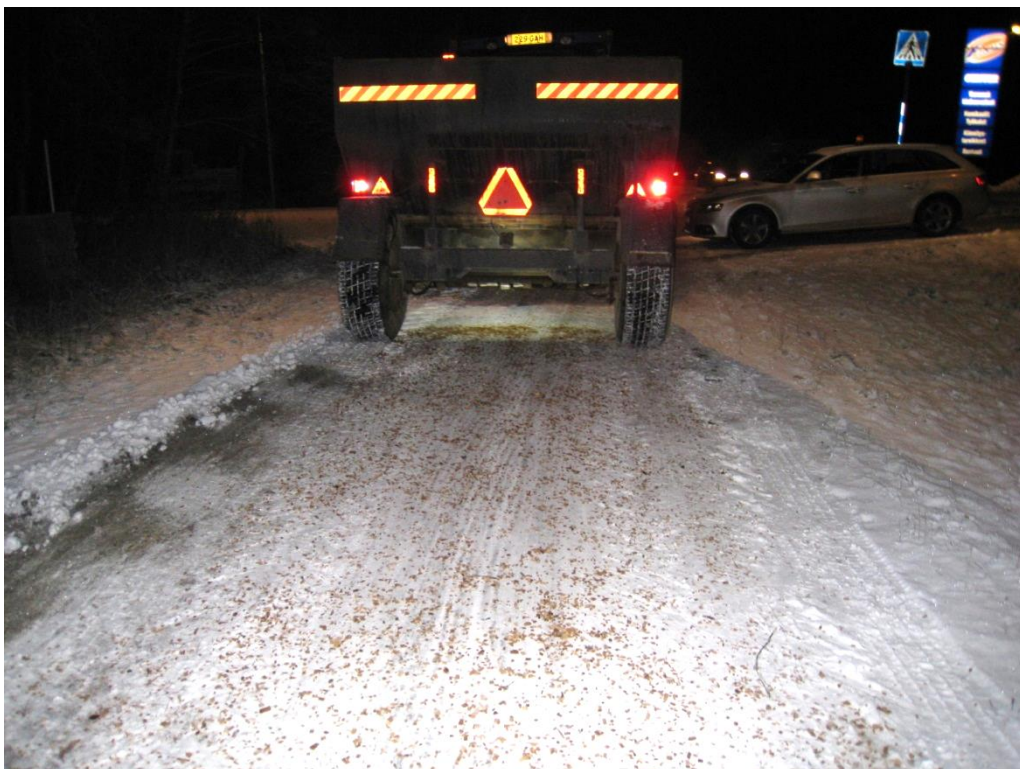
Myöhemmin samana päivänä tehtiin myös toinen kenttäkäynti tutkimusalueelle. Sää oli aurinkoinen ja lämpötila neljä astetta. Harjaustyö väylällä oli tuolloin käynnissä. Kenttäkäynnillä todettiin, että lastujen harjaamisesta ei synny pölyä yhtä paljon kuin hiekan tai soran harjaamisesta. Väylän pinta ja puumateriaali olivat kuitenkin kosteita harjauksen aikana, joten ei voida tarkasti sanoa vaikuttiko se pölyn vähäiseen määrään.

Harjauksen työjälki osoittautui hyväksi ja väylä tuli yhdellä harjauskerralla puhtaammaksi kuin vertailuväylä. Väylän parempi puhdistustulos johtuu luultavasti siitä, että puulastumateriaali on partikkelikooltaan suurempaa, jolloin sen harjaaminen on helpompaa. Lastujen harjaaminen toteutettiin keräävällä harjalla. Harjan toiminnassa ei ollut huomattavissa mitään ongelmia ja työ sujui ripeästi. Ainoaksi ongelmaksi muodostui harjan säiliön nopea täyttyminen. Tämä ei kuitenkaan johtunut puulastumateriaalista vaan väylän reunoilla olleesta muusta materiaalia kuten puitten lehdistä, joten on todennäköistä, että harja olisi täyttynyt yhtä nopeasti vaikka väylältä olisi harjattu hiekoitushiekkaa tai sepeliä.

Kuvasarja kenttäkäynneistä



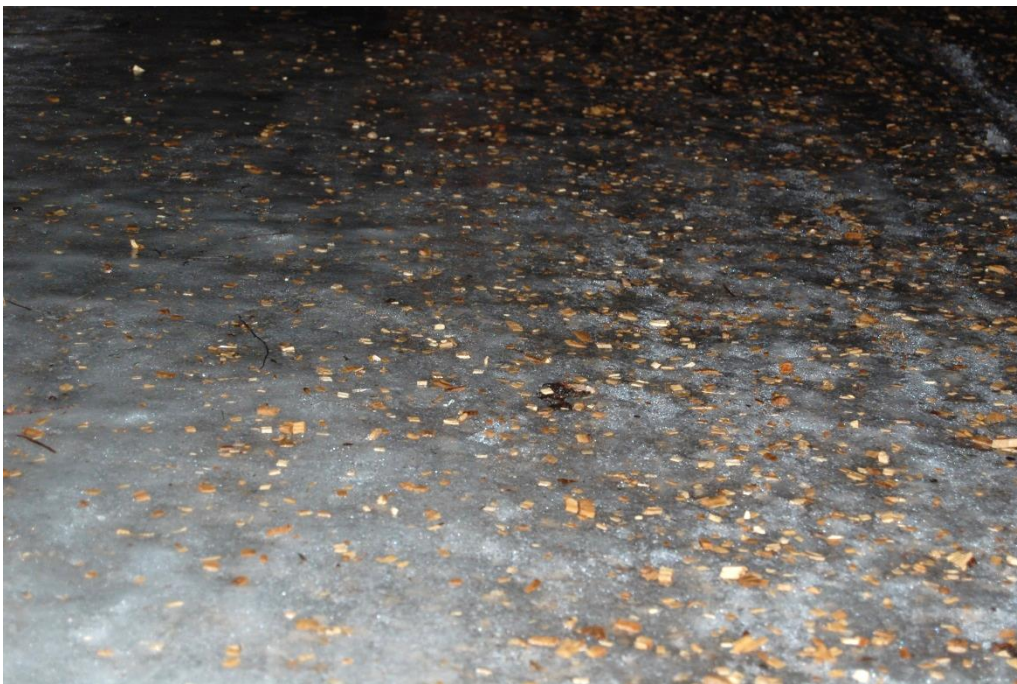
Kuva 1. Levityslaitte työssä ensimmäisessä levityksessä 17.12.2014



Kuva 2. Levityslaitteen työnjälki 17.12.2014



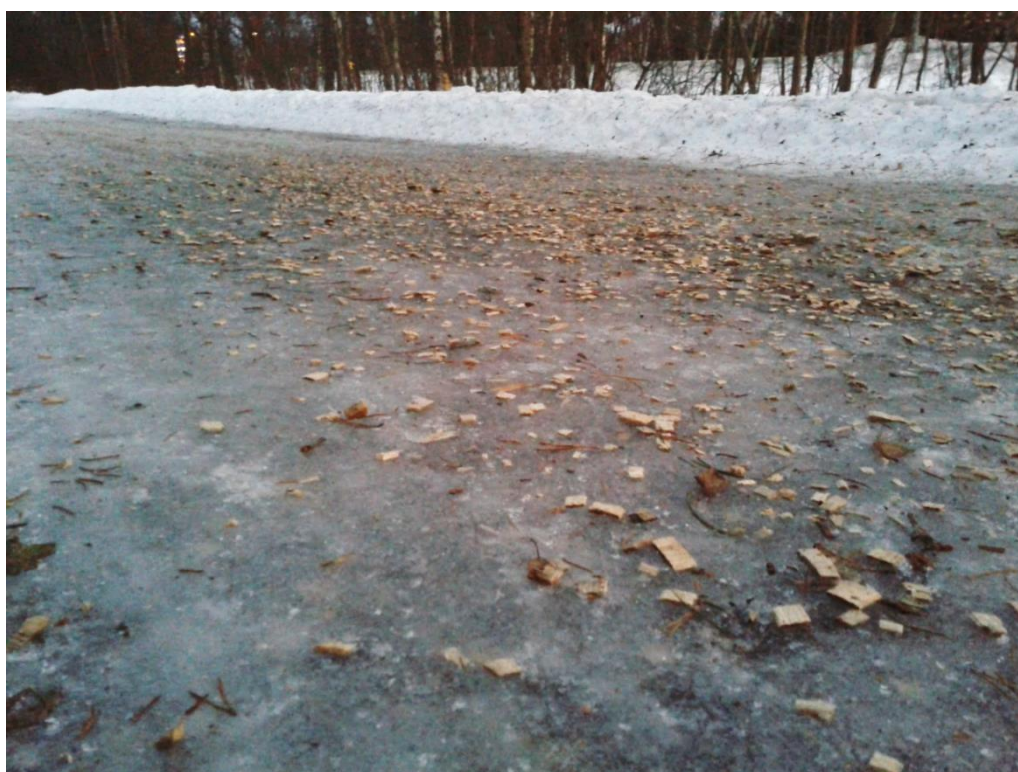
Kuva 3. Puulastuja polanteella 11.2.2015



Kuva 4. Hyvin polanteeseen kiinnittyneitä lastuja 11.2.2015



Kuva 5. Puulastuja jäisellä polanteella 12.2.2015



Kuva 6. Jäiseen polanteeseen kiinnittyneitä lastuja läheltä kuvattuna 13.2.2015



Kuva 7. Kuva kokeiluväylästä lumisateen jälkeen 17.2.2015.



Kuva 8. Runsaasti lastuja jäisellä polanteella 20.2.2015. Lastujen määrä on runsas, koska lastuja on väylällä useampien levitysten jäljiltä.



Kuva 9. Jäinen väylän pinta lastujen levityksen jälkeen 20.2.2015



Kuva 10. Jäinen väylän pinta lastujen levityksen jälkeen 20.2.2015



Kuva 11. Lastuja lumisella polanteella 21.2.2015



Kuva 12. Puulastuja paljaalla asfaltilla (3.3.2015)



Kuva 13. Erittäin liukas kevyen liikenteen väylän kohta (3.3.2015). Kohdasta erityisen liukkaan teki jään päällä oleva vesi, väylän kaltevuus sekä jään epätasaisuus. Huonokuntoinen kohta oli kuitenkin suhteellisen lyhyt.



Kuva 14. Osittain sulanut tutkimusväylä ja puulastuja paljaalla asfaltilla (3.3.2015)



Kuva 15. Sohjoiseksi muuttunut polanne (5.3.2015)



Kuva 16. Lastuja sohjoisella polanteella (5.3.2015)



Kuva 17. Osittain polanteeseen painuneita puulastuja (5.3.2015)



Kuva 18. Väylän jäinen kohta, jossa lastut ovat osin painuneet polanteeseen (16.3.2015)



Kuva 19. Väylän reunalle talven aikana kasaantuneita lastuja (16.3.2015). Lastujen todettiin pääasiassa siirtyvän pientareelle aurauksen ja tuulen vaikutuksesta. Paljaalla asfaltilla lastut siirtyivät myös polkupyörien vaikutuksesta, joka on nähtävillä urana kuvassa.



Kuva 20. Kokeiluväylä ennen kevätharjausta 13.4.2015. Väylässä oli huomattavissa painauma johon lastut kasaantuivat.



Kuva 21. Kerääväharja työssä kokeiluväylällä 13.4.2015. Keräävänharjan todettiin toimivan hyvin ja työjälki oli siisti yhden lakaisukerran jälkeen.



Kuva 22. Kokeiluväylä harjauksen jälkeen 20.4.2015. Kuvassa on otettu samasta väylän kohdasta kuin kuva 20.



Kuva 23. *Pientareelle harjattuja lastuja kesän loppupuolella (3.8.2015). Lastuja oli tässä kohdassa näkyvillä poikkeuksellisen paljon, joskin ne olivat hyvin sulautuneet maastoon.*



Kuva 24. Kuva väylän varrelta loppukesästä (3.8.2015). Kuvassa on näkyvillä tyyppillinen tilanne väylän varrelta. Lastujen määrä ojissa ja pientareilla oli hyvin vähäinen.

